



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JONI MARKKULA

SÄHKÖAUTOJEN LATAUSPALVELUT JA LATAUSLIIKETOIMINTA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Pertti Järven-
tausta

Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta-
neuvoston kokouksessa 5. joulukuu-
ta 2012

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Sähkötekniikan koulutusohjelma

MARKKULA, JONI: Sähköautojen latauspalvelut ja latausliiketoiminta

Diplomityö, 71 sivua, 7 liitesivua

Tammikuu 2013

Pääaine: Sähköverkot ja -markkinat

Tarkastaja: professori Pertti Järventausta

Avainsanat: Sähköauton lataus, latausinfrastruktuuri, latauspalvelu, liiketoimintamalli, palvelumalli, teknologian ennakointi, dominoiva malli

Sähköautojen tulemistä on ennustettu useaan kertaan, mutta vielä odotukset eivät ole toteutuneet. 2010-luku tarjoaa sähköautoille uuden mahdollisuuden. Tekniikka on kehittynyt, hinnat ovat laskeneet ja energiakysymykset ovat jatkuva keskustelunaihe. Sähköauto käyttää energiaa tehokkaasti, ei aiheuta paikallisia päästöjä, mahdollistaa uusiutuvan energian hyödyntämisen ja lisäksi sähkömoottori on teknisesti erittäin edistyskellinen.

Sähköautojen yleistymistä hidastavat ensisijaisesti kolme asiaa: autojen korkea hinta, lyhyt toimintasäde ja latausjärjestelmän puute. Latausjärjestelmän rakentamista jarruttaa pieni asiakasmäärä, joka tekee toiminnasta lyhyellä tähtäimellä kannattamatonta. Sähköautojen latauksesta puuttuvat vakiintuneet tuotteet ja toimintatavat. Se lisää toimijoiden riskiä teknologian valinnan suhteen.

Latausjärjestelmän syntymiselle ei ole ylivoimaisia teknisiä esteitä ja myös kustannukset ovat maltilliset, kun järjestelmä rakennetaan harkiten. Sekä energiamäärät että tarvittavat tehot on mahdollista toteuttaa pitkälti olemassa olevia sähköverkkoja hyödyntäen, erikoistapauksissa paikallisia energiavaroja hyödyntäen. Latausliiketoiminta kaipaa enemmän strategisia innovaatioita ja liiketoimintamallien kehittämistä, kuin teknisiä ratkaisuja.

Tässä työssä on hahmoteltu sähköautojen latausliiketoiminnan palvelumalleja, liiketoimintamalleja ja arvoketjua. Tarjolla on esimerkkejä, joita yritykset voivat hyödyntää pohtiessaan omia mahdollisuuksiaan latausliiketoiminnassa. Esimerkkien tueksi on tuotettu laskelmia, joista saadaan konkreettinen käsitys siitä, mitä kustannuksia sähköautojen latausaseman rakentamiseen ja ylläpitämiseen liittyy. Oleellista on huomata, että latausliiketoiminnan kannattavuus ei ole niinkään riippuvainen sähköautojen yleisestä määrästä Suomessa tai latausaseman perustamiskustannuksista, vaan enemmän yksittäiseen asemaan liittyvistä lataustapahtumista. Sähköautoa ja sen latausta tulee tarkastella eri tavoin kuin polttomoottoriautoa, eikä sovittaa vanhaan malliin. Suurin ero on sähköauton jatkuva tarve ”tankata” ja asiakkaiden viipyminen latauspisteillä aikaisempaa pidempään. Molemmat ominaisuudet luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Olemassa olevat yritykset eivät ole toistaiseksi kokeneet sähköautojen lataamista niin lupaavaksi liiketoiminnaksi, että olisivat valmiita investointeihin, vaikka aihe kiinnostaaakin. Resurssien yhdistäminen on yksi ratkaisumahdollisuus. Dominoivat mallit ovat vielä syntymättä ja markkinoilla on tilaa uusille ratkaisuille ja uusille yrityksille.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Electrical Engineering

MARKKULA, JONI: Electric vehicle charging services and business models

Master of Science Thesis, 71 pages, 7 Appendix pages

January 2013

Major: Power systems and markets

Examiner: Professor Pertti Järventausta

Keywords: electric vehicle, ev charging, service model, business model

The long awaited rise of electric vehicles (EV) has not been fulfilled yet. This decade offers a new opportunity for electric vehicles. Technology has developed, prices have decreased and energy is a constant topic in discussions. Electric vehicle is energy efficient, generates no local emissions, enables better exploitation of renewable energy and in addition the electric motor offers high performance.

Three major things slowing down the acceptance of electric vehicles are high prices, short operating distance and the lack of charging network. On the other hand, charging network is spreading slowly due to small customer base, which makes the business unprofitable in the near future. Electric vehicle charging is still missing consistency in products and concepts. That increases the risk in technology choices.

The technological obstacles concerning electric vehicle charging can be overcome and the investments costs can be controlled with good planning. The present electrical network can provide both the energy and the power for EV charging, using local energy storages in some special cases. EV charging business needs strategic innovation and business model development more than technology development.

This study provides service models, business models and value chain analysis. The examples offer companies guidelines that can be utilized in new business generation. To support the examples, calculations are given to create a concrete view of the costs of building and running a charging station. It is important to understand that the profitability of EV charging station is not highly dependent on the penetration of EVs but rather on the number of customers visiting the unique station. The EV charging differs from gasoline car refueling and it shouldn't be considered to be alike. The greatest difference between EV and gasoline powered car is that EVs need "filling up" constantly and the customers spend longer times on the stations than before. Both changes provide new business opportunities.

EV charging has not yet been lucrative enough for existing companies and therefore investments are still moderate, despite vast interest on the subject. One possibility to speed up the development is to combine resources. There are no dominant models yet, so the competition is free for new solutions and new companies.

ALKUSANAT

Sähköautoilu on aihe, joka kerää ympärilleen ihmisiä hyvin erilaisista piireistä ja eri aloilta. Sähköauto on saattanut samaan pöytään tekniikan tutkijoita, yritysten johtajia ja tavallisia kadunmiehiä. Lähes kaikilla tuntuu olevan mielipide asiaan ja useimmilla innostus sähköautoja kohtaan. Sähköautoiluun liittyy myös skeptisiä mielipiteitä koskien tekniikkaa ja taloudellisia vaikutuksia. Onkin ollut äärimmäisen opettavaista yhdistää tietoja tekniikasta ja taloudesta sellaisen kokonaisuuden luomiseksi, jonka lukija voisi olla minkä tahansa ryhmän edustaja.

Energia-ala ja autoala muuttuvat hitaasti, koska molemmilla aloilla virheet ovat vakavia. Sähköautoihin, kuten kaikkeen uuteen teknologiaan, liittyy epävarmuutta ja epäonnistumisia. Sähköautot luovat kuitenkin edellytyksiä uusille tavoille hyödyntää uusiutuvaa energiaa ja liikkua energiatehokkaasti. Oikein hyödynnettynä sähköautot eivät ole vain tulevaisuuden visio, vaan käytettävissä nyt.

Työ on tehty Tampereen teknillisen yliopiston toimeksiannosta ja on osa Evelina projektia, joka kuuluu Tekes:n laajempaan EVE ohjelmaan. Haluan esittää kiitokset työni ohjaajalle, professori Pertti Järventaustalle, mahdollisuudesta osallistua monenlaiseen tekemiseen sähköautojen ympärillä diplomityöni aikana ja erittäin hyvähenkisistä keskusteluista työni sisältöön liittyen. Kiitokset kuuluvat myös Antti Rautiaiselle, joka on aina tarjonnut tukea puhelimitse sekä TTY:n Tallin väelle, joiden positiivinen asenne ja ideat liiketoiminnan kehittämisessä ovat olleet suureksi hyödyksi.

Erityisen suuren ja tärkeän kiitoksen esitän vaimolleni Katriinalle, joka on hyväksynyt vaihtelevat, joskus liian pitkät työpäivät ja antanut tilaa sekä opiskeluille että töille urheilu-uran jälkeen. Siirtyminen kohti työelämän haasteita on sujunut nopeasti sinun ansiostasi. Kiitos kaikesta avustasi tämän kiireisen vaiheen aikana, kotiin on aina ollut hyvä tulla! Kiitos myös lapsilleni, joiden tunteet ovat tasapainottaneet meidän elämäämme.

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	1
2	Sähköautot ja sähköverkko.....	3
2.1	Sähköautojen nykytilanne	3
2.2	Sähköautojen mahdollisuudet ja rajoitteet.....	6
2.2.1	Sähköauton edut	6
2.2.2	Sähköauton heikkoudet	7
2.3	Lait ja verotus	8
2.3.1	Sähköauto	8
2.3.2	Sähköenergia	10
2.4	Sähköauton akkutekniikka.....	12
2.4.1	Tyypillinen sähköauton akku	14
2.4.2	Akkujen tulevaisuus	16
2.5	Lataustekniikat ja standardit.....	16
2.6	Latauksen vaikutukset sähköverkkoon.....	21
2.6.1	Energiamäärä.....	21
2.6.2	Tehotarve.....	21
3	Teknologian ennakointi ja liiketoimintamallit	23
3.1	Teknologian ennakointi	23
3.2	Liiketoimintamallit ja uusi liiketoiminta	29
3.2.1	Osterwalderin liiketoimintamalli	32
3.2.2	NABC.....	35
3.2.3	Uuden liiketoiminnan kehittäminen	37
4	Sähköauton latauksen markkinatoimijat.....	40
4.1	Arvoketju	40
4.2	Tulevaisuuden arvoketju	43
4.3	Latausinfrastruktuurin kehittyminen	43
4.4	Latauspalveluiden kehittyminen.....	44
4.5	Kansallinen latausoperaattori	47
5	Sähköautojen latausaseman liiketoiminta-analyysi	48
5.1	Taustaa.....	48
5.2	Asiakaskapasiteetti ja tehotarve	49
5.3	Kustannukset	51
5.4	Hinnoittelu ja tulot.....	54
5.5	Tulosbudjetti ja kassavirta	58
5.6	Latausliiketoiminnan riskit.....	61
5.7	Latausaseman liiketoimintasuunnitelma esimerkki.....	62
5.8	Valtakunnallinen latausverkosto	63
6	Johtopäätökset	65
	Lähteet	68
	Liite 1: Sähköverkkoliittymän kustannuksia	

Liite 2: Latausasemien kiinteät ja muuttuvat kustannukset

Liite 3: Mahdollisia liiketoimintamallin osia

Termit ja niiden määritelmät

BEV	Akkukäyttöinen sähköauto
CENELEC	European committee for electrotechnical standardization
DOE	USA:n energiavirasto (Department of Energy)
ER-EV	Pidennetyn käyttösaateen sähköauto, mukana sähkögeneraattori
EV	Sähköauto, vrt. BEV
HEV	Hybridiauto eli sähköenergia käytetään vain ajoittain
kW	kilowatti
kWh	kilowattitunti
NFC	Near Field Communications, lyhyen kantaman radiolaite
PHEV	Ladattava hybridiauto
RFID	Radio Frequency IDentification, lyhyen kantaman radiolaite
SESKO	Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan standardoimisjärjestö

1 JOHDANTO

Työssä käsitellään sähköautoja ja niihin liittyvää teknologiaa, teknologian yleistymistä ja liiketoimintamalleja yleisesti sekä esitellään näihin perustuva viitekehys uuden liiketoiminnan kehittämiseksi. Teoreettisten viitekehysten avulla luodaan sähköautojen latausasemalle palvelumallien kenttä, joka havainnollistaa latauspalveluiden mahdollisuuksia. Lopussa analysoidaan yksittäisen latausaseman liiketoimintaa hypoteettisen case-tutkimuksen avulla. Tässä työssä sähköautoksi määritellään auto, jonka liikkuminen perustuu sähkömoottoriin, ja auton mukana on akku, jota voidaan ladata sähköverkosta. Sähköauto on siis ajoneuvo, joka liikkuu tai voisi liikkua pelkällä sähköenergialla kohtalaisen päivittäisen matkan, eli noin 20-30 km. Perusteena on, että sähköauton tulee olla toimintakelpoinen auto pelkästään sähköllä ja tarvittaessa riippumaton polttonesteistä. Tällaisia ovat täyssähköautot (BEV) ja ladattavat hybridiautot (PHEV ja ER-EV). Sähköautoksi ei luokitella hybridiautoa, jossa sähkömoottorin tehtävänä on ainoastaan tukea polttomoottorin toimintaa (HEV).

Työn ensimmäinen tavoite on lisätä lukijan ymmärrystä liittyen sähköauton latauksen tekniseen puoleen, niin autoon kuin sähköverkkoon. Alun deskriptiivinen osuus luokittelee ilmiöt ja selittää, miksi sähköautot toimivat tietyllä tavalla. Työn loppuosuudessa pureudutaan sähköautojen latausliiketoiminnan erityispiirteisiin.

Toisena pyrkimyksenä on luoda konseptuaalinen viitekehys (viitekehyksiä), jolla on käyttöä todellisiin ongelmiin sekä konkretisoida ehdotelmia laskelmien avulla. Viitekehukset ovat erityisen tärkeitä silloin, kun vahvoja teorioita ei pystytä luomaan (Palvia 2003). Juuri tällaisessa tilanteessa on liiketoiminta sähköautojen ympärillä – esimerkit ja todennetut mallit puuttuvat. Tavoitteet ovat linjassa normatiivisen tutkimuksen tavoitteiden kanssa (Olkkonen 1994, s.44-45):

”Normatiiviset tutkimukset pyrkivät löytämään tuloksia, joita voidaan käyttää suunnittelutieteen tavoitteiden mukaisesti ohjeina toimintaa kehitettäessä tai uutta suunniteltaessa.—Tällaisessa tutkimuksessa pyritään löytämään ohjeita, ratkaisumenetelmiä, järjestelmiä, tms., joita voidaan käyttää toiminnan kehittämiseksi ja parempien tulosten saavuttamiseksi. – Tutkimusmenetelmien ja tulosten kriteerinä on tällöin korostuneesti hyöty -.”

Lopullisena tavoitteena on tarjota hyödyllisiä ohjeita sähköautojen latausasemia suunnitteleville tahoille, ja vastata kysymykseen kuka myy ja mitä sekä voiko latausliiketoiminta olla kannattavaa. Tätä varten työssä on sekä teoriaa liiketoiminnan kehittämisestä ja esimerkkejä, jotka viitoittavat tietä. Tutkimusmetodeina ovat kirjallisuusselvitykset, haastattelut, ennusteet ja case-tutkimus.

Kappaleessa kaksi käsitellään sähköautoihin liittyvää teknologiaa ja sen erityispiirteitä verrattuna polttomoottoriautoon. Sähköauto tarjoaa uudenlaisia teknologisia mahdollisuuksia, mutta asettaa myös uusia rajoitteita. Kappaleessa kolme on kirjallisuusselvitys akateemisesta tutkimuksesta liittyen teknologian ennakointiin ja liiketoimintamalleihin. Näiden pohjalta esitellään malli uuden liiketoiminnan kehittämiseksi niin uusissa kuin olemassa olevissa yrityksissä. Kappaleessa kuvataan myös palvelumallien laaja kirjo. Neljäs kappale kertoo sähköauton lataamisen arvoketjusta ja toimijoiden näkemyksiä nykytilasta sekä tulevast. Kappaleessa esitellään periaatteita latausinfrastruktuurin ja latauspalveluiden luomiselle, jotka on hyvä huomioida latausverkostoa suunniteltaessa. Viidennessä kappaleessa analysoidaan yksittäisen latausaseman liiketoimintaa ja pyritään vastaamaan kysymykseen, voiko latausasema olla kannattava. Oleellista on huomio, mitkä tekijät vaikuttavat aseman kannattavuuteen. Kappaleessa on myös laskelmat laajemman latausverkoston rakentamiseen ja ylläpitämiseen liittyvistä kustannuksista.

2 SÄHKÖAUTOT JA SÄHKÖVERKKO

Sähköauto täyttää saman tarpeen kuin monet muutkin liikennevälineet. Se kuljettaa ihmisiä ja tavaroita paikkojen välillä. Silti sähköauto on huomattavan erilainen kuin perinteisempi polttomoottoriauto. Sähköautoon liittyy teknologista epävarmuutta ja riskejä, mutta myös täysin uudenlaisia mahdollisuuksia ja innostusta. Tässä kappaleessa esitellään sähköautojen ja niiden latauksen taustalla oleva tekniikka lyhyesti, jotta lukijalle välittyä kuva siitä mitä sähköautoilla voi tehdä nyt ja tulevaisuudessa.

2.1 Sähköautojen nykytilanne

Futuristisesta mielikuvastaan huolimatta sähköauto on todellisuudessa vanha keksintö. Ensimmäiset henkilöautot ilmestyivät jo 1880-luvulla ja olivat sähköautoja (Gijs 2004). Liikkeelle lähdettiin vaatimattomista tehoista ja akkutekniikan kehitys oli alkutekijöissään. Historian saatossa polttomoottoriautot osoittautuivat ihmisten liikkumistarpeisiin sopivimmiksi ja ne ottivat hallitsevan aseman ajoneuvomarkkinoilla. Tämä johti myös polttonesteiden yleistymiseen pääasiallisena energialähteenä ja polttonesteiden tuotanto sai tarvittavaa rahoitusta. 1980-luvulla öljykriisin aikaan sähköauton ennustettiin olevan lähitulevaisuuden liikkumisväline öljyn hintakehityksen takia. Korkea hinta jäi kuitenkin lyhytaikaiseksi ilmiöksi ja sähköautojen tuleminen unohtui lähes yhtä nopeasti kuin se oli alkanutkin. 2010-luku tarjoaa sähköautoille uuden yrityksen. Huoli korkeista hiilidioksidipitoisuuksista ilmakehässä, tietoisuus päästöjen vaikutuksista ja ennustukset öljyn saatavuudesta ovat saaneet yhteiskunnan kiinnittämään huomiotaan niin ympäristöystävällisyyteen kuin polttoaineen hintakehitykseen.

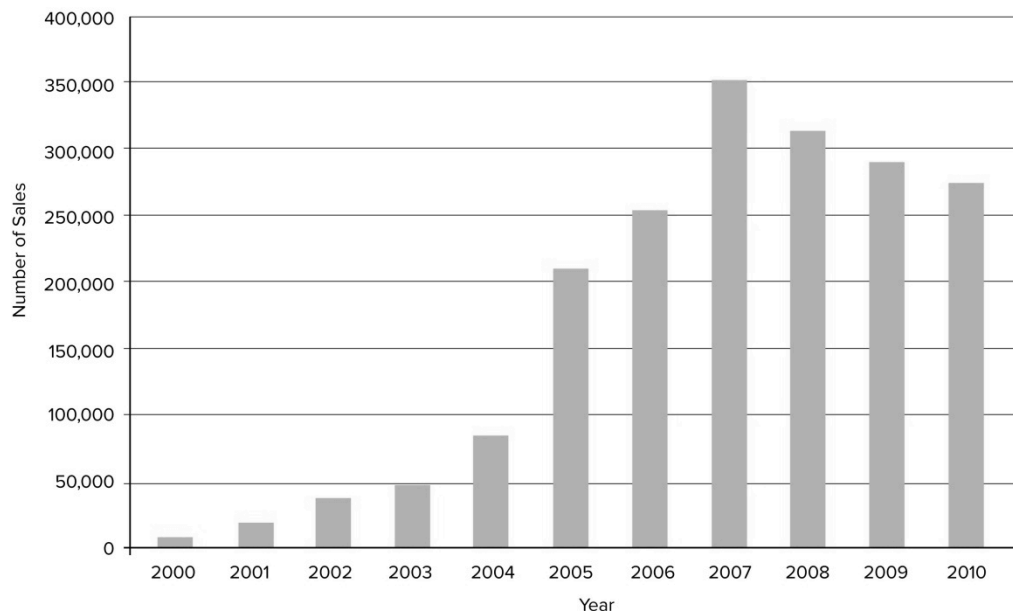
Samaan aikaan uusiutuvan energian tuotanto on noussut kokeilutuotannosta merkittäväksi teollisuuden alaksi. Vaihtoehtoisten energianlähteiden tuomat uudet haasteet energiantuotannon heikomman ennustettavuuden suhteen ovat luoneet tarpeen kehittää erilaisia energiavarastoja ja ohjattavia kuormia, jollaisia voisivat olla esimerkiksi sähköautojen akut. Liikenteen energiantarve on suuri ja tällä hetkellä riippuvainen lähes yksinomaan öljystä, joten liikenteen sähköistäminen tarjoaisi suuren potentiaalin energiatehokkuuden suhteen.

Tällä hetkellä Suomessa on rekisteröitynä noin kaksi sataa sähköautoa. Vuonna 2011 rekisteröitiin 33 uutta sähköautoa, joista vain kaksi oli yksityiseen käyttöön (MTV3/STT 2012). TEKES on aloittanut laajan EVE-ohjelman (EVE 2012), jonka tarkoituksena on edistää sähköautojen testiympäristön kehittymistä. Hanke on vielä nuori, mutta toiveet sen vaikutuksista ovat korkealla. Tavoitteena on saada Suomeen 500 tuen piirissä olevaa sähköautoa ja kattava latausinfrastruktuuri.

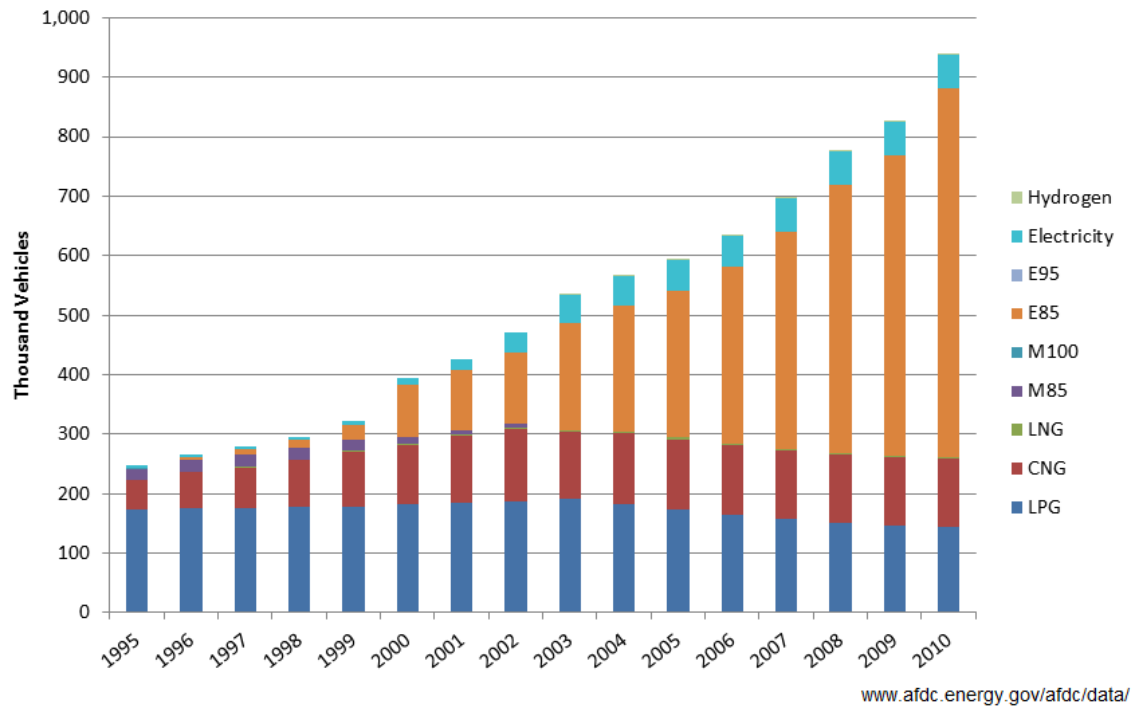
Muissa maissa sähköautojen tilanne näyttää kehittyvän nopeammin. Viro teki viime vuonna päätöksen tilata yli 500 kappaletta uusia Mitsubishi i-MiEV sähköautoja Japanista julkisen sektorin työntekijöiden käyttöön. Samalla Viro sopi kattavan latausverkon rakentamisesta 200 pikalatausaseman ja hitaiden latauspisteiden yhdistelmällä. (ABB 2011)

USA:ssa vaihtoehtoisten energialähteiden, joista sähkö on vain yksi, käyttö ajoneuvojen voimalähteenä on kasvanut lupaavaa vauhtia. Tätä on ollut tukemassa energian hinnan nousu ja liittovaltion myöntämä hankinta-avustus sähköautoille, joita ladataan verkosta ja joiden akun koko on riittävän suuri. USA:ssa sähköautot saavat liittovaltion avustuksen päälle osavaltioiden määrittelemiä etuja. USA on toiminut sähköautojen myynnissä yhtenä esimerkkinä muille maille. Vuonna 2011 kahta suosituinta mallia eli Nissan Leafia ja Chevrolet Voltia myytiin yhteensä 17 345 kappaletta (Rocky Mountain Institute 2012). Luku ei ole suuri koko automarkkinoihin verrattuna. Kuvassa 2.1 on esitetty hieman kehittyneemmän markkinan kehitystä, eli hybridiautojen myyntiä USA:ssa 2000-luvulla. Sähköautojen (BEV) ja ladattavien hybridien (PHEV) on todettu kilpailevan ensisijaisesti nimenomaan hybridiautojen (HEV) kanssa ennemmin kuin polttomoottoriautojen kanssa (Hidruue 2011).

Yleisesti, vaihtoehtoisten energialähteiden käyttö ajoneuvoissa on yleistynyt (kuva 2.2). Pelikenttä on siis USA:n markkinoilla avautunut myös sähköautoille ja vuoden 2012 myyntiluvut ennustavat kasvun jatkuvan odotettuna, tarkoittaen yli 40 000 myytyä sähköautoa kuluvan vuoden aikana USA:ssa (HybridCars 2012).



Kuva 2.1. Hybridiautojen myynnin kehittyminen USA:ssa (Department of Energy 2012)



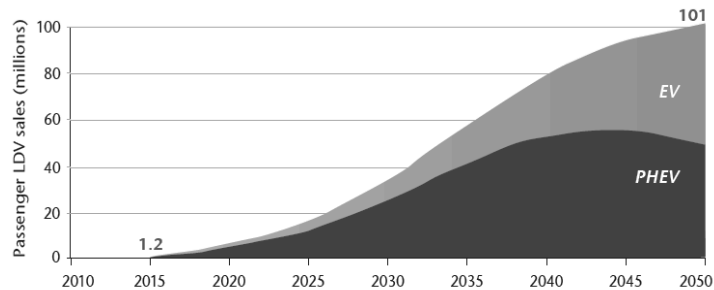
Kuva 2.2. Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö ajoneuvoissa USA:n markkinoilla (Department of Energy 2012). Energianlähteinä ovat vety, sähkö, etanoli 95% ja 85%, metanoli 100% ja 85%, kaasut. Eniten on kasvanut maakaasujen (LNG, CNG) ja etanolin (E85) osuus.

Taulukossa 2.1. on Biomeri Oy:n koostama raportti, joka luo erilaisia skenaarioita sähköautojen myyntimääristä tulevaisuudessa. Mikäli Suomi pystyy seuraamaan jatkossa muiden maiden esimerkkiä ja saavuttamaan skenaarion mukaisia myyntimääriä, on tilanne sähköautoilun kannalta mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Mikäli taas odotettuihin määriin ei päästä, voidaan silti todeta, että suomalaisella teollisuudella on paikkansa sähköautojen arvoketjussa, vaikka kotimarkkinoiden koko olisikin pieni.

Taulukko 2.1. Skenaariot sähköautojen myyntimäärän kehityksestä Suomessa (Biomeri 2009)

	Vuosi	Osuus uusista autoista		Kumulatiivinen myyntimäärä		Osuushenkilöautojen liikennesuoritteesta	
		PHEV	EV	PHEV	EV	PHEV	EV
Perusskenaario	2020	10 %	3 %	66 000	13 000	3 %	0,6 %
	2030	50 %	20 %	480 000	160 000	19 %	7 %
Nopea skenaario	2020	40 %	6 %	190 000	26 000	8 %	1 %
	2030	60 %	40 %	960 000	450 000	38 %	19 %
Hidas skenaario	2020	5 %	2 %	38 000	12 000	2 %	0,5 %
	2030	20 %	10 %	207 000	92 000	8 %	4 %

Kuvassa 2.3 on esitettyä ennusteet sähköautojen määrän kasvusta globaalilla tasolla. Ennuste on IEA:n tuottama, jossa on eritelty sähköautot ja ladattavat hybridisähköautot.



Kuva 2.3. Sähköautojen myyntiennusteet globaalisti (IEA 2011, s.15)

2.2 Sähköautojen mahdollisuudet ja rajoitteet

Sähköä energianlähteenään hyödyntävät ajoneuvot voidaan luokitella kolmeen luokkaan. Täyssähköauto eli BEV (Battery Electric Vehicle) käyttää energianlähteenään ainoastaan sähköä, joka on varastoitu auton akkuun. Jotta autolla voidaan ajaa, sitä tulee ladata sähköverkosta. Ladattavat hybridit eli PHEV tai ER-EV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle / Extended Range Electric Vehicle) ovat hybridiautoja, joiden energianlähteenä ovat sähkön lisäksi perinteiset polttonesteet. Ladattavia hybridejä voidaan siis ajaa sähköllä tai bensiinillä. ER-EV autoissa bensiinimoottori toimii sähköenergian lähteenä, normaalin generaattorin tai aggregaatin tapaan. Hybridiauto eli HEV (Hybrid Electric Vehicle) on auto, jossa jarrutusenergiaa ladataan autossa olevaan energiavarastoon ja hyödynnetään kiihdytyksissä. Autoon ei ladata sähköä verkosta, vaan hybridiautot ainoastaan madaltavat polttomoottoriauton energiakulutusta ja tarjoavat hetkellisesti korkeampia tehoja.

2.2.1 Sähköauton edut

Energiatehokkuus

Sähkömoottorin hyötysuhde akulta renkaille on yli 90 % (Eaves 2004). Kun mukaan lasketaan kaikki sähköiset ja mekaaniset häviöt alkaen auton lataamisesta ja päättyen renkaille siirtyvään mekaaniseen tehoon on hyötysuhde noin 60 % (Laurikko 2011). Polttomoottoriautolla jälkimmäinen luku on 15 - 20 % normaaleissa ajo-olosuhteissa (Laurikko 2012). Sähköllä kulkeva ajoneuvo on siis huomattavasti energiatehokkaampi. Tämä näkyy madaltuneina käyttökustannuksina suoraan käyttäjälle ja pienempänä energian kokonaiskulutuksena koko maanlaajuisesti.

Energian saatavuus ja hinta

Polttonesteiden hinta kohoaa nopeammin kuin inflaatio, vaikka öljyreservien määrä nousee ja maailma käyttää yhä vain 2 - 3 % reserveistään vuodessa (BP 2012). Saataavuus ei ole ensimmäinen ongelma, vaan kohoavat tuotantokustannukset, kun helpoimmat lähteet jo on hyödynnetty. Tämä johtaa hintojen nousemiseen ja autoilun kallistumiseen. Huomattavaa on, että myös sähkön hinta on noussut vuosien saatossa. Liikennekäytössä sähkö on silti noin viisi kertaa edullisempaa käyttää kuin bensiini tai diesel, johtuen myös sähkön kevyemmästä verotuksesta.

Ympäristöarvot

Sähköauto ei tuota paikallisesti päästöjä, joka on merkittävä etu etenkin tiheään asutuilla alueilla. Sähköauto ei ole päästötön vaihtoehto, vaan sen energian aiheuttama kuormitus ympäristölle tuotetaan muualla, mutta keskitetty sähköntuotanto on erittäin tehokasta. Sähköauton tarvitsema energia voidaan tarvittaessa luoda uusiutuvista energianlähteistä ja paikallisesti. Sähköauton akkua voidaan hyödyntää energiajärjestelmissä tukikomponenttina. Sähköauto ei aiheuta meluhaittoja kaupunkialueella.

Sähkömoottorin ominaisuudet

Sähkömoottorilla on ominaisuuksia, jotka tekevät siitä erinomaisen vaihtoehdon ajoneuvokäyttöön. Sähkömoottorin vääntömomentti on käytössä täysimääräisesti heti lähtövaiheessa, eikä se vaadi tiettyä kierroslukua. Sähkömoottori tarjoaa siis suuria tehoja kiihdytysvaiheessa. Sähkömoottorin säätö on tarkkaa ja nopeaa. Sähkömoottori on käytössä kestävä suljetun rakenteensa ansiosta, eikä sitä tarvitse öljytä tai huoltaa. Se on myös monikäyttöinen eli vanha moottori voidaan valjastaa uuteen sovellukseen. Sähkömoottorit ovat kustannuksiltaan edullisia valmistaa.

Omavaraisuus

Sähköauto tarjoaa mahdollisuuden hyödyntää paikallisia resursseja, kuten uusiutuvaa energiaa. Sähköautoilija ei ole riippuvainen öljystä. Jakelukanavan rakentaminen on yksinkertaisempaa kuin polttonesteille, joka madaltaa kokonaiskustannuksia.

2.2.2 Sähköauton heikkoudet***Hinta***

Sähköautot ovat yleisesti kalliimpia kuin polttomoottoriautot. Tähän vaikuttavat komponenttien hinnat ja pienet valmistusmäärät. Sähköautojen hinnat Suomessa ovat välillä 30 000 – 50 000 euroa, vaikka niihin liittyvä autovero on matalampi. Yleistä on, että valtiot tukevat sähköautojen hankintaa. Toiveet hintojen laskusta saavat ostajat lykkäämään ostopäätöstään ja monet haluavat nähdä, mihin sähköautoista todellisuudessa on, ennen kuin tekevät henkilökohtaisia päätöksiä.

Sähköautojen jälkimarkkinakysymykset ovat toistaiseksi täysin tuntemattomat, mikä lisää ostajien riskiä. Nykyisellään uuden polttomoottoriauton hintaa pystytään kohtalai-

sesti arvioimaan kahden-kolmen vuoden päähän, mutta sähköautojen tuleva arvo on täysi arvoitus.

Akut

Sähköautojen energiavarastoksi tarvittava akku on kallis, iso ja energiatihedeltään heikko verrattuna polttonesteisiin. Akun hinta on yleisesti yli kolmasosa auton arvosta. Akut vievät autosta tilaa ja lisäävät painoa, silti toimintasäde on rajallinen. Akkujen kylmäominaisuudet ovat heikot ja niiden kesto pitkäaikaisessa ajoneuvokäytössä on arvoitus. Ongelmia on onneksi ratkaistu, mutta todellisuutta on, että akut näyttävät suurta osaa sähköautojen tulevaisuudessa. Akkuja käsitellään tarkemmin kappaleessa 2.5.

Toimintamatka

Tällä hetkellä markkinoilla olevien sähköautojen toimintamatka on rajallinen. Nissan Leafin 24 kWh akusto tarjoaa 90 - 150 km toimintamatkaa riippuen ajotavasta. Kaliumin hintaluokan autoista Tesla tarjoaa Model S- autolle 85 kWh:n akkupakettia ja 300 – 450 km toimintasädettä, mutta auton hintakin on lähes 100 000 €. Plug-in hybridit vastaavat tähän ongelmaan lisäämällä autoon generaattorin, jolla akkuun tuotetaan sähköä ajon aikana. Akkukapasiteetin lisääminen on haasteellista hinnan ja koon aiheuttamien rajoitteiden takia.

Latausjärjestelmän puutteet

Sähköautoilijan on järjestettävä latauspisteensä itsenäisesti. Suomesta ja muistakin maista puuttuu laaja, yhtenäinen latausverkosto, jonka turvin sähköautoa voisi käyttää huoletta eri alueilla. Latausinfrastruktuuri on rakenteilla, mutta vallitsevia käytäntöjä ei ole vielä muodostunut.

Muut energialähteet

Sähkö ei ole ainoa vaihtoehtoinen polttoaine ajoneuvoille. Biopolttoaineet, etanoli ja mahdollisesti myös vety tulevaisuudessa, voivat toimia energianlähteinä, jos öljyn saanti on vaikeaa. Polttomoottori autojen hyötysuhteet ovat parantuneet jatkuvasti ja erot sähköautoihin kaventuneet. Vielä on näkemättä, mihin autonvalmistajat pystyvät, jos kilpailu energiatehokkuudesta alkaa. Hybridiautoilla saavutetaan samoja etuja kuin sähköautolla, kuten jarrutusenergian talteenotto.

2.3 Lait ja verotus

2.3.1 Sähköauto

Sähköauto on ajoneuvo, jota koskee Suomessa tällä hetkellä normaali ajoneuvovero, joskin matalammalla veroprosentilla. Huhtikuun alussa 2012 tulleen verouudistuksen mukaan sähköauton verotus laski viiteen prosenttiin aikaisemmasta 12,2 %:sta (Valtio-

varainministeriö 2012, L 29.12.1994/1482 Autoverolaki). Tämä tarkoittaa 30 000 euron arvoisen sähköauton veron laskua hieman yli 2000 euroa. Auton myyntihintaan lisätään myös normaali arvonlisävero 23 %, joskin puheita sähköautojen väliaikaisesta arvonlisäverottomuudesta on ollut julkisuudessa (Keskisuomalainen 2012). Vaikka verohelpotus eleenä on oikeasuuntainen, ei se tällä hetkellä näytä riittävän autojen kysynnän lisäämiseksi. Lisäksi Häkämiehen kommentti mahdollisista lisäeduista on aiheuttanut ostajien keskuudessa epäilyksiä ja moni on odottavalla kannalla hankintojensa suhteen tästä syystä (Rantala 2012).

Ajoneuvoja, joiden energialähteenä on jokin muu kuin tavallinen moottoribensiini, verotetaan vuosittain käyttövoimaverolla. Käyttövoimaveron koskee tunnetusti dieselautoja, mutta myös sähkö-, hybridi- ja maakaasuautoja. Taulukossa 2.2 on esitetty eri käyttövoimalähteisiin liittyvät verot.

Taulukko 2.2. Käyttövoimaveron ajoneuvoille energialähteen perusteella (L 30.12.2003/1281 Ajoneuvoverolaki)

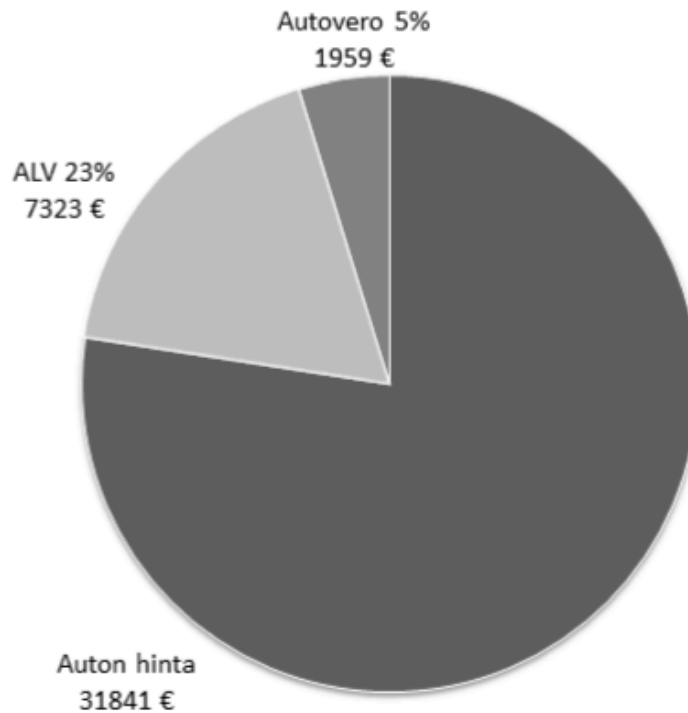
Käyttövoima	Snt/pv/100kg	Kustannus 1800 kg painavalle autolle vuodessa
Diesel	5,5	361,35 €
Sähkö	1,5	98,55 €
Sähkö ja bensiini	0,5	32,85 €
Sähkö ja dieselöljy	4,9	315,36 €
Metaanipolttoaine	3,1	203,67 €

Akun hinta sisältyy sähköauton hintaan ja se on selkeästi kallein yksittäinen komponentti. Akuston arvo on noin 10 000 – 20 000 € ja se muodostaa merkittävän osuuden kokonaishinnasta. Akuston myymistä erikseen on myös esitetty helpottamaan sähköautojen hintakilpailukykyä, koska tällä hetkellä autovero koskee myös akkua. Nykyinen laki velvoittaa kuitenkin myymään auton akun kanssa. Verottajan suhtautumista pienemmän akun myyntiin ei ole vielä koetettu. Tosin säästökään ei olisi mittava: sähköautoa koskevan veron ollessa 5 % ja akun arvo 10 000 euroa, säästöä verotuksen poistamisesta kertyisi 500 euroa. Jos otetaan huomioon välilliset kustannukset akkujen säilömisestä ja vaihtotoista, on säästö melko pieni. Suurin hyöty akun eriyttämisellä autoverosta olisi leasing-sopimusten mahdollistaminen akuille, mikä madaltaisi ostajien hankintakynnystä.

Kuvassa 2.4 on esitettynä sähköauton myyntihintaan vaikuttavat tekijät Nissan Leaf:n tapauksessa. Kuvan perusteella voidaan siis todeta, että sähköauton hintaan ei ajoneuvoverolla ole suurta merkitystä, kun taas arvonlisävero vaikuttaa hankintahintaan huomattavasti. Rinnakkaisena esimerkkinä voidaan käyttää perinteisen polttomoottori-käyttöisen Volkswagen Golf:n myyntihintaa, joka on maahantuojan mukaan 13 455 euroa, josta arvonlisäveron osuus on 3095 euroa. Autoveroa Golfille kertyy noin 3563 euroa (VV 2012). Sähköauto pystyy saa siis veroetua autoveron muodossa 1500 euroa,

mutta toisaalta häviää korkean arvonlisäveron tähden 4200 euroa. Näissä laskelmissa ei ole huomioitu tarkemmin autojen varustetasoeroja.

Sähköauton omistamiseen liittyy vuosittain maksettava ajoneuvovero ja käyttövoimavero. Ajoneuvovero määräytyy kaikille autoille hiilidioksidipäästöjen mukaan. Sähköautot kuuluvat kuitenkin automaattisesti matalimpaan päästöluokkaan, josta seuraa että veron määrä on myös matalimman luokan mukainen. Vuosittain sähköautosta maksetaan 43,07 € ajoneuvoveroa. Sähköautoon liittyvä käyttövoimavero on esitetty taulukossa 2.2 ja sen suuruus on noin 100 € vuodessa.



Kuva 2.4. Nissan Leaf sähköauton hankintahinnan muodostuminen (Käyttöauto 2012). Auton kokonaishinta on 41125 €, josta akun osuus on noin 15 000 euroa eli 36 %.

2.3.2 Sähköenergia

Asiakkaan maksama hinta sähköstä muodostuu seuraavista tekijöistä:

- Sähkön myyntihinta
- Sähkön siirtohint
- Sähkövero
- Arvonlisävero

Energiayhtiön tarjoama sähkön myyntihinta perustuu sähkön tuotantokustannuksiin ja/tai sähkön markkinahintaan eli pörssihintaan. Sähkön pörssihinta on vuonna 2012 ollut Suomessa keskimäärin 37,29 €/MWh ja viimeisen viiden vuoden keskiarvo on 44,79 €/MWh, joka tarkoittaa 4,48 senttiä/kWh. Korkeimmat kuukausihinnat ovat vuodelta 2008, jolloin samoihin aikoihin öljyn hinnan noustessa huippuunsa pörssisähkön

kuukausihinta oli yli 73 €/MWh. (Nordpoolspot 2012) Sähkön kuluttajalle hinta on korkeampi, koska hintaan lisätään energiayhtiöiden kulut ja voittotavoitteet.

Sähkön siirtohinta muodostuu sähköverkkoyhtiön kustannusten perusteella. Sähköverkkoyhtiöiden toimintaa valvotaan viranomaisten toimesta ja verkkoyhtiöille on määritelty niin sanottu kohtuullinen tuotto perustuen sähköverkon arvoon. Sähkön siirron veroton keskihinta Suomessa on noin 2,5 snt/kWh (Sähkön hinta 2012). Sähkön siirron yhteydessä peritään sähkövero. Sähkövero koostuu energiaverosta ja huoltovarmuusmaksusta (L 30.12.1996/1260 Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta) sisältäen kaksi veroluokkaa:

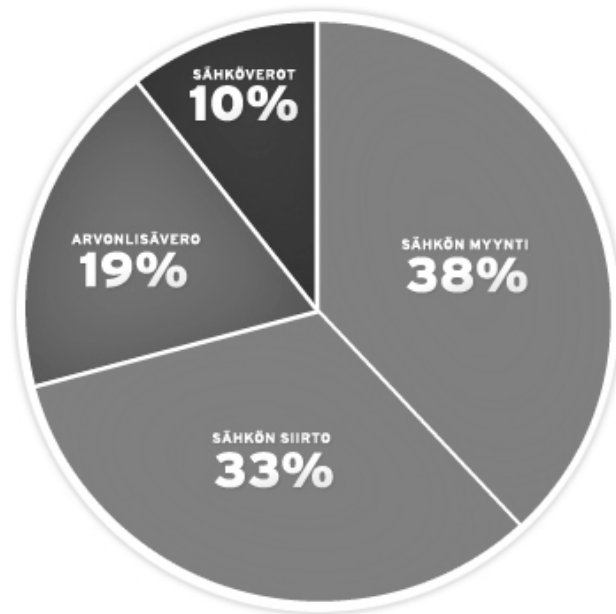
- luokka I: 1,703 sent/kWh
- luokka II: 0,703 sent/kWh

Luokkaan kaksi kuuluvat kasvihuoneet ja valmistava teollisuus. Sähköauton lataus kuuluu korkeamman veron luokkaan. Sähkön myyntihintaan, siirtohintaan ja sähköveroon lasketaan kaikkiin lisäksi arvonlisävero, jonka suuruus on 23% vuonna 2012. Taulukossa 2.3 on esimerkki eri tekijöiden vaikutuksista sähkön loppuhinnan muodostumiseen.

Taulukko 2.3. Asiakkaan maksama hinta sähköstä (11,59 senttiä/kWh) ja sen eri osatekijät

	Verollinen hinta	Arvonlisäveron osuus
Kustannus / kWh, josta	11,59 snt	2,16 snt
- energia	6,0 snt	1,12 snt
- siirto	3,5 snt	0,65 snt
- sähkövero	2,09 snt	0,39 snt

Kuvassa 2.5 on sama asiaa graafisemmassa muodossa. Kuva havainnollistaa aiemmin mainittujen tekijöiden suhteellisia osuuksia. Sähkön myyntihinta vaihtelee ostovolyymien mukaan. Halvimmillaan sitä saadaan suoraan tuottajilta tai pörssistä, mutta silloin ostomäärien pitää olla suuria. Siirtohintaa taas vaihtelee merkittävästi riippuen liittymätyypistä. Isoilla käyttömäärillä tehopohjaiset liittymät tulevat käyttäjälle edullisemmaksi ja tätä voidaan hyödyntää sähköautojen lataamisessa. Hinta voi tippua 5,5 senttiä/kWh:sta noin 3 senttiin/kWh. Arvonlisäveron määrä on riippuvainen ostetun energian määrästä ja hinnasta. Sähkövero lasketaan siirretyn energian mukaan.



Kuva 2.5. Sähkön kokonaishinnan muodostuminen asiakkaalle, jonka sulakekoko on 3x25 ja vuosikulutusarvio 5000 kWh, sisältäen verot (Vattenfall 2012)

Sähkön myyntihinnan vaihteluihin vaikuttavat suurimmaksi osaksi pörssisähkö pidempiaikainen hintakehitys ja energiayhtiöiden hinnoittelu, eivätkä hinnat yleensä seuraa pörssisähkön tunti- tai päivätason hintoja. Pörssisähkön hinta vaihtelee tunneittain voimakkaasti.

2.4 Sähköauton akkutekniikka

Akku nimetään suurimmaksi yksittäiseksi tekijäksi, kun pohditaan sähköauton teknisiä rajoitteita. Tässä luvussa selvitetään tarkemmin, minkälaisia tekijöitä sähköauton akkuun liittyy ja miltä tulevaisuus näyttää akkukehityksen suhteen.

Sähköauton akku ei ole poikkeava mistään muusta akusta. Akku on energiavarasto, jossa kemiallinen energia muutetaan sähköenergiaksi akkua kuormitettaessa, ja ladattaessa vastaavasti sähköenergia muutetaan kemialliseksi energiaksi. Akun toiminnan arvioimiseksi siitä on tunnettava seuraavia tekijöitä:

Energiatiheys (Wh/kg tai Wh/l)

Energiatiheys kertoo akun kapasiteetin, eli montako ampeerituntia sähköä akkuun saadaan ladattua. Yleisesti mielekkäämpi tapa on laskea mukaan akun jännite, jolloin saadaan akkuun kokonaisenergia wattitunteina. Sähköauton tapauksessa pyritään huomiomaan energiatiheys sekä painon että tilavuuden suhteen, koska liikkuvassa kalustossa molemmilla on suuri merkitys.

Tehotiheys (W/kg tai W/m³)

Tehotiheyden avulla kerrotaan, kuinka paljon akusta voidaan saada sähkötehoa ulos. Suurikaan energiakapasiteetti ei hyödytä akun käyttäjää, jos akusta ei pystytä purkamaan energiaa riittävällä teholla. Sähköautojen moottorien tehotarve on yleisesti yli 50 kW. Mikäli akku ei pysty antamaan ulos vaadittua tehoa, kärsivät auton ominaisuudet kuten kiihtyvyys ja huippunopeus. On huomattava, että energiatiheys ja tehotiheys ovat akun optimointikysymyksiä. Samalla kemialla ja rakenteella ei molempia voida parantaa, vaan painottaminen energia-akun suuntaan tarkoittaa, että akun tehotiheys laskee ja vastaavasti toisinpäin. Parannuksia molempiin voidaan saada vain parantamalla koko kennoa uusien materiaalien tai tuotantomenetelmien avulla. Lisäksi latausteho ja purkamisteho voivat poiketa toisistaan huomattavastikin lämpenemisen takia.

Paino ja tilavuus

Paino ja tilavuus ovat yleisiä suureita, joita on pohdittava akku valitessa. Joissakin käyttökohteissa akun dimensioilla ei ole merkitystä, kuten varavoimalähteenä kellarissa. Sähköautoissa taas on tilaa vähän ja painoa ei saa kertyä liikaa, joten molemmat tekijät on otettava huomioon. Painon nostaminen lisää energiakulutusta liikkuvassa kalustossa ja tilavuus on aina matkustajilta pois.

Hinta

Akkutyypin valmistuskustannukset vaihtelevat voimakkaasti, mikä aiheuttaa sen että energian varastoinnin kustannukset ovat hyvin erilaisia eri käyttöympäristöissä. Kustannusvaihtelut johtuvat raaka-aineiden hinnoista ja tuotantoprosessien erilaisuudesta. Sähköautojen myynnin kehityksen yhtenä isona esteenä tällä hetkellä on akkujen korkea hinta, mikä vaikuttaa suoraan autojen myyntihintoihin. Tämä aiheuttaa vinoutuneen vertailun polttomoottoriautoihin, koska polttomoottoriautoissa energiavaraston, eli tankin hinta valmistajalle on kymmenien eurojen luokassa, siinä missä akkupaketin hinta sähköautossa on yli 10 000 euroa. Yhtenä ratkaisuna tilanteeseen on esitetty akkujen leasing-sopimuksia, mutta tällä hetkellä sellaiset eivät ole vielä yleistyneet. Suuri kiinnostus energian varastointiin on auttanut akkutekniikkaan kohdistuvien investointien nousua, joten on perusteltua odottaa akkujen hintojen laskevan selkeästi. Akkujen elinkaarikustannuksien pienentämistä on visioitu mm. akkujen jälkimarkkinoilla. Käytännössä tämä tarkoittaa akkujen käyttämistä vähemmän kriittisissä sovelluksissa kuin sähköautoissa. Ongelma on litium-akkujen turvallisuus, josta kerrotaan hieman lisää akkujen elinikä-kohdassa.

Elinikä

Akun elinikä pitää sisällään kaksi eri tasoa. Nämä ovat kalenteri-ikä ja syklikesto. Kalenteri-ikä kertoo, millä aikavälillä akku menettää energiakapasiteettinsa varastoituna, ilman käyttämistä. Tällaisen akun pilaantumisen aiheuttavat kemialliset reaktiot, joiden tapahtumista ei voi estää kokonaan. Syklikesto kertoo saman kapasiteetin laskemisen, mutta suhteessa käyttömäärään. Tässä suhteessa akut voivat poiketa paljonkin toisis-

taan. Varavoimajärjestelmiä ei välttämättä käytetä koskaan, kun taas matkapuhelimen akku ladataan nykyään päivittäin.

Jännitetaso ja virranantokyky

Jännitetaso liittyy auton tehontarpeeseen ja kaapeleissa kulkevaan virtaan, ja se on jokaiselle akkukemialle erityinen. Yleisesti $P=UI$, joka tarkoittaa, että tehoa voidaan nostaa joko nostamalla virtaa tai jännitettä. Virran nostamisen haittana on suuremmat häviöt kaapeleissa yhtälön $P = RI^2$ mukaisesti. Virran kaksinkertaistuminen siis nelinkertaistaa resistiiviset tehohäviöt ja siitä syystä korkeammat jännitteet ovat akuille eduksi. Virranantokyky viittaa tehotiheyteen, mutta kertoo koko akkupaketin toiminnasta, eikä yksittäisten kennojen ominaisuuksista. Kytkemällä akkukennoja rinnakkain voidaan akkupaketin virranantokykyä kasvattaa ja kytkemällä akkukennoja sarjaa, saadaan nostettua akkupaketin jännitettä. Lopullinen ratkaisu kytkentätavasta syntyy käyttötarpeen perusteella.

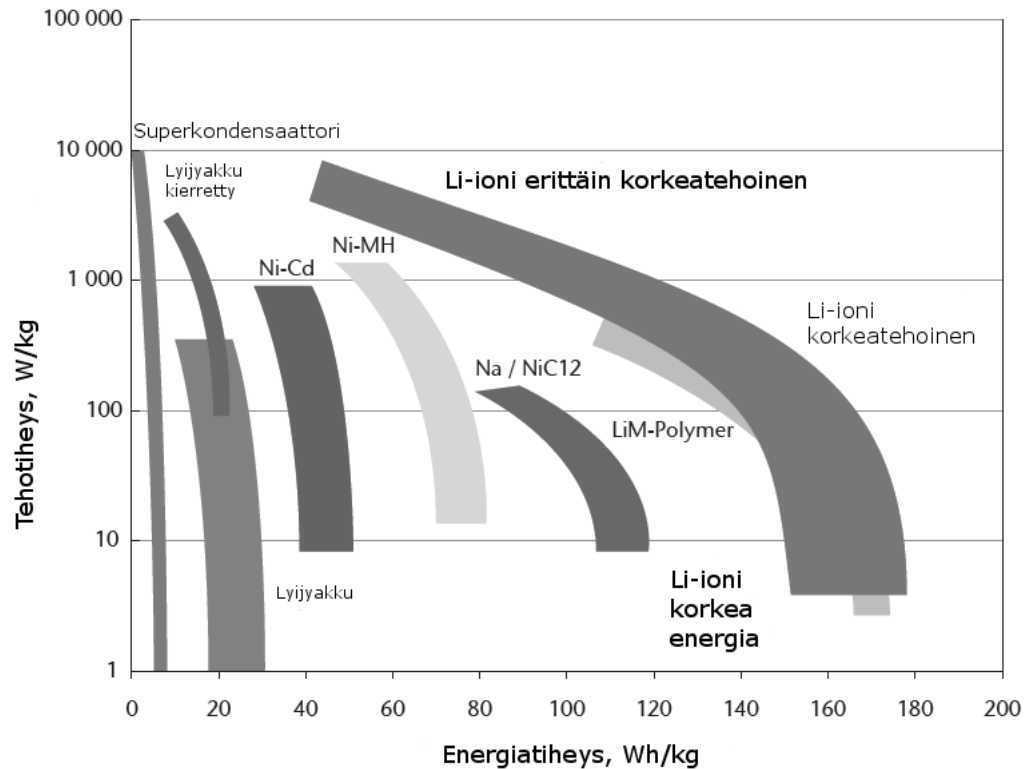
2.4.1 Tyypillinen sähköauton akku

Tällä hetkellä tyypillinen sähköauton akku on lähes poikkeuksetta li-ioni-tekniikkaan perustuva. Hybridiautoissa on käytössä vielä nikkeli-metallihybridi akkuja, jotka ovat toiminnaltaan varsin hyviä, mutta niiden energiatiheys ei ole riittävä suurempaan kapasiteettitarpeeseen. Sähköautojen akuille voidaan tunnistaa suuruusluokkia, joissa suurin osa täyssähköautoista tällä hetkellä on:

- Energiatiheys: 100-140 Wh/kg
- Kapasiteettitarve: 25 kWh*
- Kalenteri-ikä ja syklistyyskesto: 8-15 vuotta, 1500-3000 sykliä
- Hinta: 500-800 €/kWh
- Paino: 200-300 kg
- Tilavuus: 200 l

**Täyssähköauton akun kapasiteettitarve ei ole yksiselitteinen, koska ajoneuvojen käyttötarkoitukset voivat poiketa voimakkaasti ja näin ollen myös vaatimukset toimintasäteelle ja latausajalle vaihtelevat. Akkujen ja autojen kustannuksia laskettaessa käytetään yleisesti 25 kWh (DfT 2008) tai 30 kWh (IEA 2009) kapasiteettia viitearvona, koska niitä pidetään alimpina hyväksyttävänä rajoina täyssähköautolle.*

Syy litium-ioni-pohjaisten akkujen yleistymiseen on näkyvässä kuvassa 2.6 ja taulukossa 2.3. Litium-ioni-akut ovat tällä hetkellä tehosiheydeltään ylivoimaisia hintaluokassaan. Vaikka litium-akkujen hinta on korkeampi kuin esimerkiksi lyijy-akkujen, ovat hyödyt huomattavasti kustannuksia suuremmat. Lisäksi tietyt litium-ioni-akut ovat turvallisia käytössä ja onnettomuustilanteissa, mikä on autonvalmistajille ensiarvoisen tärkeää.



Kuva 2.6. Sähköautoihin soveltuvia akkuteknologioita (mukailtu kuvasta IEA 2011, s.12)

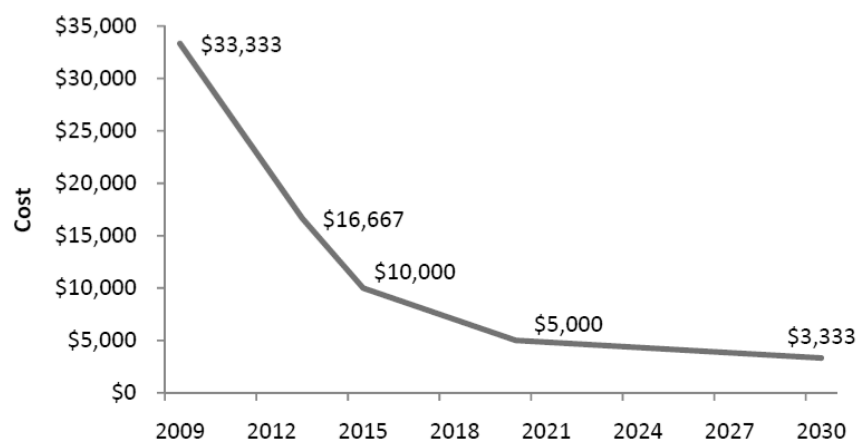
Taulukossa 2.4 on vertailtu eri akkutyypin eri ominaisuuksia energiatiheden lisäksi. Taulukon perusteella voidaan paremmin ymmärtää autovalmistajien valintoja akkukemioiden suhteen.

Taulukko 2.4. Akkutyypin ominaisuuksia (mukailtu kuvasta Liikenne- ja viestintäministeriö 2011)

	Lyijyakku	NiCd	NiMH	Li-ioni LiCoO ₂	Li-ioni LiFePO ₄
Energia tiheys	30-50	45-80	60-110	110-200	100-180
Lataussyklit	200-300	1500	300-500	500-1000	3000+
Latausaika(h)	2-5	1	2-3	1-3	1-2
Itsepurkautuminen prosenttia / kk	5	20	30	3	2
Kennojännite (V)	2	1,2	1,2	3,6	3,2
Suhteellinen hinta	1	3-4	3-4	4-5	3-4
Suhteellinen turvallisuus	2	1	1	4	1
Suhteellinen ympäristövaikutus	3	4	2	2	1

2.4.2 Akkujen tulevaisuus

Akkuteknologian kehittämiseksi on tehty viime vuosina merkittäviä investointeja. Investointeja on tullut teollisuudelta tuotekehitykseen ja valtiot tukeneet energian varastoinnin tutkimusta. Tämä on tuottanut tuloksia jo lyhyelläkin aikavälillä, mutta erityisesti tuotantotekniikan kehittymisen ja massatuotannon lisääntymisen odotetaan laskevan akkujen hintoja nopeasti. Historiallinen hintakehitys isojen akkujen suhteen on ollut noin 5 % hinnan pudotus vuosittain. Historiasta löytyy esimerkkejä, jotka lisäävät odotuksia akkujen suhteen, kuten matkapuhelinten akkujen hintakehitys. Kuvassa 2.4.3 on esitelty USA:n energiaviraston laatima ennustus sähköautojen akkujen hintakehitykselle.



Kuva 2.7. Ennuste sähköauton akkujen hintakehityksestä (Department of Energy 2010). Oletuksina energian kulutus 0.3 kWh/km ja 160 kilometrin toimintamatka.

2.5 Lataustekniikat ja standardit

Sähköautojen lataamisen standardointi on osoittautunut toistaiseksi haasteelliseksi tehtäväksi. Sähköautoilu on toimialana nuori ja pieni, joten uudenlaisia ehdotelmia ja keikeluja syntyy jatkuvasti. Vaikka sähköverkosta saatavan sähköän ominaisuudet on tarkasti määritetty (50 Hz, 230/400V) on sähköauton lataamisessa omat haasteensa. Sähköautojen lataamiseen liittyvät sähköverkon lisäksi latauspisteen fyysinen liityntä, kaapelit, sähköautoon liityntä, sähkönsiirtoa koskevat parametrit ja tiedonsiirto. Yleisesti sähköautot on suunniteltu hyödyntämään mahdollisimman paljon olemassa olevia rakenteita, kuten kotitalouksista yleisesti löytyvää schuko-pistoketta ja teollisuudesta tutumpaa kolmivaihepistoketta. Autonvalmistajat ja latauslaitteiden tuottajat kuitenkin kehittävät tuotteita, jotka erikoistuvat nimenomaan sähköautojen lataamiseen ja niihin liittyviin vaatimuksiin. Kyseessä on turvallisuus ja osittain varautuminen tulevaan älykkääseen sähköverkkoon, joka mahdollistaa älykkäämmän ja monimuotoisemman latauksen. Sähköautojen tuottamat hyödyt energiajärjestelmälle saadaan käyttöön vasta kontrolloidun ja älykkään latauksen avulla. Tästä kerrotaan lisää kappaleessa 2.7.

Euroopan sähkötekniinen standardointi komitea (CENELEC) toimii korkeimpana eurooppalaisena elimenä, joka pyrkii edistämään sähköiseen liikenteeseen liittyvien standardien syntymistä. Viime vuonna ilmestyneessä raportissaan (CENELEC 2011) komitea pyrki kartoittamaan olemassa olevia mahdollisuuksia ja luomaan niistä suositukset, joista myöhemmin voitaisiin muodostaa Euroopan laajuisia standardeja. Alla olevat määritelmät perustuvat CENELEC:n suosituksiin standardeista ja Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan kansallisen standardisoimisjärjestön (SESKO) ohjeistukseen (SESKO 2012):

- **Lataustapa 1 (Mode 1):** Hitaan latauksen laitteet, joissa ei ole asennettuna erityisiä suojalaitteita. Maksimilatausvirta on 16 A.
- **Lataustapa 2 (Mode 2):** Autoa ladataan tavallisesta kotitalouspistorasiasta (max 16 A) tai voimavirtapistorasiasta (max 32 A) autonvalmistajan hyväksymän liitäntäjohtojen avulla.
- **Lataustapa 3 (Mode 3):** Lataus suoritetaan sähköautoille suunnitellusta latausasemasta, johon kytketään tarkoituksenmukainen latausjohto. Latausasema syöttää autossa sijaitsevaan laturiin vaihtovirtaa maksimiteholla 43 kW (3-vaihe, 400V/63A). Tällä hetkellä olemassa olevia pistorasiamalleja Euroopassa on kolme (type 1,2,3)
- **Lataustapa 4 (Mode 4):** Lataus tapahtuu tasavirralla (DC). Tasasuuntaus ja laturi ovat latausasemassa eivätkä autossa. Tämä tapa vaatii auton akun ja latausaseman välillä kommunikaatioyhteyden.

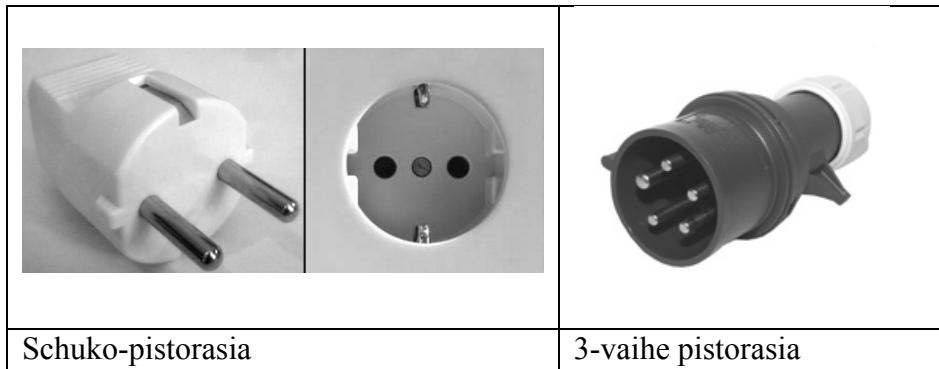
SESKO:n suositukset sisältävät lisäksi seuraavanlaisia huomautuksia, joita on syytä noudattaa sähköauton latauspistettä tehtäessä:

- Erilliset nolla- ja suojamaajohtimet
- Vikavirtasuojaukset (30 mA)
- Latauspisteille omat lähdöt keskukselta alkaen
- Suunnitellaan niin, että latauspistekohtainen ohjaus mahdollista
- Lämmityspisteen soveltuvuudesta sähköajoneuvon lataamiseen on varmistuttava ennen kuin sitä käytetään
- Latauspisteille asennetaan oma mittarointi

Lataustapa 1:n käyttötarkoitus on lähinnä pienitehoisissa ja rajoitetun ajan kestävisissä latauksissa. Se mahdollistaa sähköajoneuvon väliaikaisen lataamisen ja kevyempien kulkuvälineiden lataamisen. Koska lataus tapahtuu normaalista schuko-pistorasiasta, tulisi lataustehon olla alle 16 A tai pitkäaikaisesti alle 10 A.


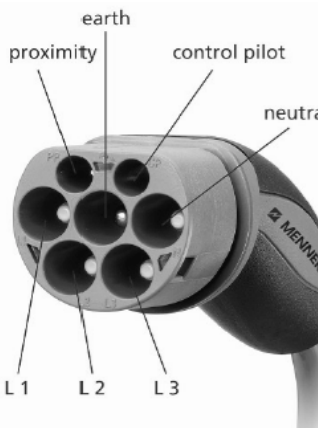

Lataustapa 2 hyödyntää olemassa olevia sähköverkon liityntäpisteitä. Käytössä voivat olla yksi- ja kolmivaihe-pistorasiat. Huomioitavaa näissä molemmissa lataustavoissa on, että suositeltu latausvirta yksivaiheiselle schuko-pistorasialle on alle 10 A, johtuen rasioiden kuumenemisestä pitkäaikaisessa käytössä. Ajoneuvoja voidaan näin ollen ladata lyhytaikaisesti 16 A virralla, mutta yön yli lataamiset on rajoitettu 8 - 10 A:iin. Latausvirran rajoittamisesta vastaa autonvalmistajan tarjoama latauskaapeli, jossa on

tarvittava ohjaustekniikka. Lataustehoa on käytettävissä ainoastaan 1,8 – 2,3 kW, jolloin 100 km matkantarpeeseen tarvitaan 9 - 11 tuntia latausaikaa.





Kuva 2.8. Kotitalous ja teollisuuskäytössä olevat yleisimmät sähköpistookkeet

Lataustapa 3 on ensimmäinen sähköautoja varten suunniteltu lataustapa. Siinä on huomioitu korkeammat latausvirrat ja sähköautojen erityiset käyttöolosuhteet. Lataustapa kolmessa on turvallisuutta parantavia tekijöitä, kuten ajoneuvon tunnistaminen. Latauskaapeleilta vaaditaan suurempaa tehonkestoa ja parhaimmillaan yhden tyyppisellä (type 2) liittimellä voidaan ladata 64 A virtaan asti, joka tarkoittaa 43 kW lataustehoa. Käyttäjän kannalta etuja ovat siis turvallisuus ja yksinkertaisuus. Auto ja latauslaite hyödyntävät mahdollisia kommunikaatioväyliä. Lataustapa 3 sisältää myös latausvirran säätämisen mahdollisuuden, jonka avulla maksimitehoa voidaan rajoittaa. Erilaiset liitinratkaisut on esitelty kuvassa 2.9, joista mode 3 type 3:sesta löytyy vielä kolme eri liitinvaihtoehtoa riippuen teholuokasta.

Mode 3 Type 1	Mode 3 Type 2	Mode 3 Type 3
		
Mode 3 type 1	Mode 3 type 2	Mode 3 type 3
Max. 7,2 kW	Max. 43 kW	Max. 22 kW
Latauspisteeseen tuleva liitin valittavissa	Johto irrallinen, latausasemassa yleensä myös Mennekes-liitin	Johto irrallinen, latausasemassa yleensä type 3 liitin

Kuva 2.9. Lataustapa 3 liitinvaihtoehdot

Lataustapa 4 on edellä mainituista lataustekniikoista poikkeuksellinen siten, että laturi on latausasemassa auton sijaan ja autoon siirretään tasavirtaa. Tämä mahdollistaa suurikokoisten ja kalliiden latureiden tehokkaamman hyödyntämisen ja auton kokonaismassan pienentämisen. Lataustapa 4 vaatii tiedonsiirtotekniikkaa, jonka perusteella laturi osaa säätää latausvirtaa akustolle sopivalla tavalla. Tällä hetkellä vakiintuneita tapoja on kaksi, japanilaisten luoma ChaDeMo sekä amerikkalaisten valmistajien Combo coupler. Molemmissa standardiehdotelmissä on oleellisessa osassa tietoliikenteeseen soveltuvat väylät, joita on useampia sekä tarkistusmekanismit siihen, että virtapiiri on kunnossa ja oikeanlainen. Lataustapa 4:ssä latausjohto sijaitsee aina kiinteästi latausasemassa, jolloin avoneuvon kuljettajan ei tarvitse kuljettaa kaapelia mukanaan. Huomattavaa on, että siinä missä muutkin latausstandardit ovat vielä kehitysvaiheessa, on DC-lataaminen täysin alkutekijöissään ja kehitysvastuu on pääosin yrityksillä, joilla on asiaan omaa kiinnostusta. Parannuksia tilanteeseen odotetaan lähivuosien aikana. Lataustapa 4:n liittyvät nykyiset liitinstandardit on esitelty kuvassa 2.10.

CHAdeMO	Combo coupler
	
Max. 62 kW (DC)	Max. 90 kW (DC)

Kuva 2.10. Lataustapa 4 liitinstandardit

Lisäksi standardien ulkopuolella on esitetty ajatuksia langattomasta lataamisesta perustuen sähkömagneettiseen induktioon ja resonanssiipiireihin sekä akun vaihtoa yhtenä sähköauton energiatäydennyksen keinona. Nämä menetit ovat osittain testivaiheessa (induktiolataus) ja toisaalta jo kaupallisina sovelluksina (Better Place akunvaihtoasemat). Molemmassa yleistymisen esteenä tulee olemaan standardien hankala muodostuminen. Perinteisen sähkövoimatekniikan puolella standardointirakenteet ja –organisaatiot ovat muodostuneet pitkän ajan kuluessa ja niiden vaikutusvalta teollisuuteen on suuri. Induktionlatauksen vaatima tekniikan standarditekniikan kehitys tai autonvalmistajien välistä, tiivistä yhteistyötä vaativat suunnitteluprojektit eivät valitettavasti vaikuta realistisilta.

Lataustapojen lisäksi sähköauton lataaminen voidaan jaotella tehon mukaan. CENELEC (2011) on määritellyt luokille taulukon 2.5 mukaiset rajat. Ladattavien sähköajoneuvojen tapauksessa olisi selkeämpää puhua latauksesta teholuokittain kuin nykyisillä termeillä hidas lataus tai pikalataus. Latauksen kesto riippuu akun koosta ja varaus-tilasta, joten matalatehoinenkin lataus voi olla tiettyjen autojen kanssa käytettynä ”pikalataus”. Tästä syystä työssä käytetään myöhemmin teholuokkiin perustuvaa jaottelua aikaan viittaamiseen sijaan.

Taulukko 2.5. Latausratkaisut teholuokittain

	Liityntäratkaisu	Sähköteho	Sähkövirta	Ladattu matka tunnin aikana
Normaaliteho	1-vaiheinen AC	< 3,7 kW	10-16 A	alle 20 km
Keskiteho	1- tai 3-vaiheinen	3,7-22 kW	16-32 A	20-110 km
Korkea teho	3-vaiheinen AC	> 22 kW	> 32 A	yli 110 km
Korkea teho	DC	> 22 kW	> 32 A	yli 110 km

2.6 Latauksen vaikutukset sähköverkkoon

Sähköautojen lataus tulee muuttamaan liikenteen energianjakelukanavaa ja -tapaa. Sähköautojen lataaminen nostaa sähköenergian tarvetta yleisesti ja maanlaajuisesti, mutta hitaasti. Sähköenergian tarve on suoraan verrannollinen sähköllä ajettuihin kilometreihin. Latausteho taas voi vaihdella pienitehoisista yön yli latauksista latauksista korkeatehoisiin DC latauksiin. Pahimmassa tilanteessa sähköautojen lataaminen ylikuormittaa sähköverkkoa, kun taas oikein ajoitettu matalatehoinen lataus ei aiheuta nykyiselle verkolle ongelmia.

2.6.1 Energiamäärä

Sähköautojen käyttämä energiamäärä on suoraan verrannollinen ajettuihin kilometreihin. Esimerkkilaskelman avulla saadaan käsitys sähköautojen vaikutuksista Suomen sähkön tuotantojärjestelmään. Jos Suomessa olisi käytössä 500 000 sähköautoa, edustaisi se noin kuudesosaa koko autokannasta (Tilastokeskus 2011a). Jos näillä autoilla ajettaisiin päivittäin henkilöautoilijan ajama keskimääräinen matka, 20,8 km (Liikennevirasto 2012, s.33), tulisi ajokilometrejä sähköautolla hieman yli 10 miljoonaa. Energiamääränä tämä tarkoittaisi noin 2 TWh, olettaen sähköautojen keskikulutukseksi 0.2 kWh/km. Tämä vastaa noin 2,5 %:a Suomen sähköntuotannosta (Tilastokeskus 2011b), joka ole sähköverkon kannalta suuri muutos.

Sähköautojen lataamisen vaikutuksia sähköverkkoon on tutkittu myös verkkokohtaisten simulointien avulla. Unkurin (2010) ja Tammen (2010) simulointien perustana on ollut Biomeri oy:n laatimat skenaariot sähköautojen määrän kehityksestä Suomessa, jotka on esitetty aikaisemmin taulukossa 2.1, ja paikallisten sähköverkkojen verkkorakenteet. Perusskenaarion ja nopean skenaarion mukaiset ajoneuvojen energiatarpeet eivät vaikuta merkittävästi alueellisiin sähköverkkoihin matalan tehon latauksissa (3 kW). Kuormitusasteen muutokset ovat pääsääntöisesti maltillisia (2-5 %) keskijänniteverkon päämuuntajissa ja jakeluverkon jakelumuuntajissa (alle 9 %) (Unkuri 2010).

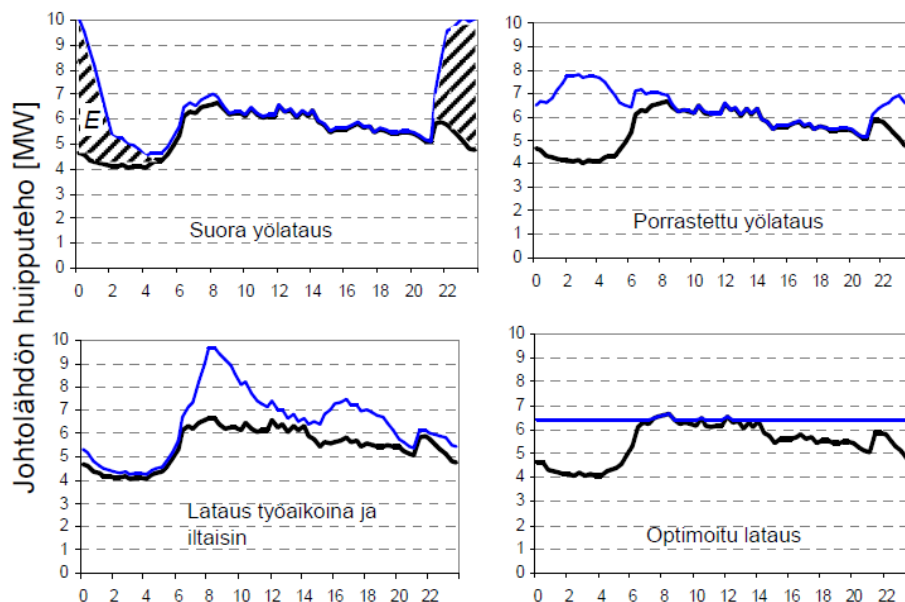
2.6.2 Tehotarve

Tehotarve on monimutkaisempi asia kuin energian tarve. Nopeaa latausta tarvitsevat autoilijat vaativat korkeatehoisia latauslaitteita, jotka voivat aiheuttavat sähköverkolle ongelmia muuntajien ja kaapeleiden kapasiteettien suhteen. Myös syöttävän verkon rakenne ja olemassa oleva muu kuormitus on otettava huomioon. Korkeatehoisten latauslaitteiden sijoittelu on tutkittava aina erikseen perustuen jakelumuuntajien kapasiteetin käyttöasteeseen, pienjänniteverkon kaapeleiden tehonkestoon ja keskijänniteverkon tilaan. Tämä on normaalia sähköverkon suunnittelua, joka on verkkoyhtiöiden päivittäistä toimintaa.

Korkeatehoisessa latauksessa yksittäisen latauslaitteen tehotarve voi olla 50 kW, joka tarkoittaa 400 voltin jännitteellä 3x73 A virtaa. Tämän päälle lisätään laturin häviöt. Jos sähköautoille halutaan rakentaa latausasema, joka palvelee useita sähköautoja sa-

manaikaisesti, tehotarve kasvaa suoraan verrannollisesti yhtäaikaisten latausten määrään.

Matalatehoisessa latauksessa sähköverkon olemassa olevat rakenteet saattavat riittää pitkäänkin. Ongelmana on sähköautoilijoiden taipumus asettaa auto lataukseen välittömästi kotiin saapumisen jälkeen (Scientific American 2012). Kun latauslaitteita ei ohjata älykkäästi, aiheuttavat yhtäaikaiset lataustapahtumat verkon kuormittumisen samoilla ajanhetkillä. Tähän vastauksena on esitetty älykästä latauksen hallintaa, jonka avulla optimoidaan lataustapahtuma perustuen sähköverkon tilanteeseen (Lassila 2009). Älykkään latauksen avulla sähköverkkoa voitaisiin hyödyntää tehokkaammin ja näin vaikuttaa sähkön siirtokustannuksiin madaltavasti. Pelkkä yölataukselle siirtäminen ei tule olemaan paras ratkaisu, mikäli sähköautojen määrä kasvaa selvästi. Erilaisia latauksen jaksottamisvaihtoehtoja ja niiden vaikutusta sähköverkon tehotarpeeseen on havainnollistettu kuvassa 2.9, joka perustuu Lassilan suorittamiin simulaatioihin (Lassila 2010).



Kuva 2.9. Sähköautojen latauksen ajoittaminen (Lassila 2010)

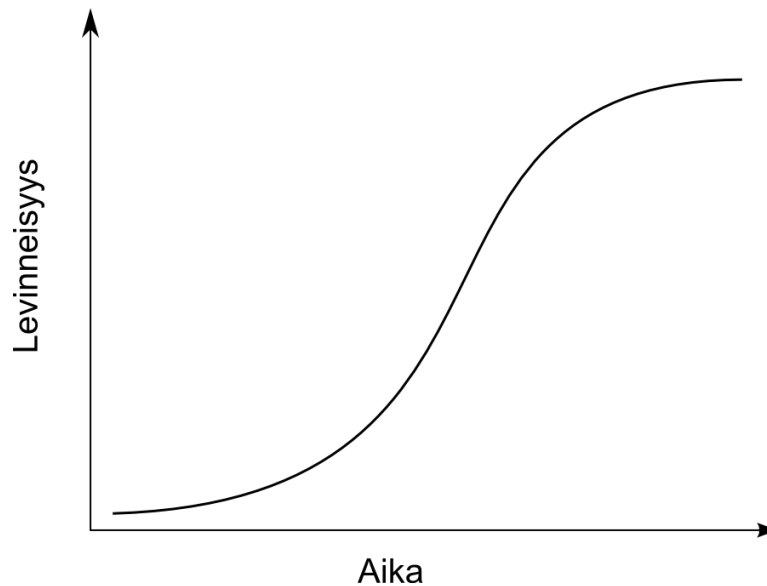
Sähköverkkojen kannalta optimaalinen latauksen ajoittaminen ei ole aina käyttäjän kannalta optimaalinen, mutta oikein toteutettu ohjaus mahdollistaa yhteisen edun löytymisen. Älykkään ohjauksen tulee olla käyttäjälle näkymätön ja sen on tuotettava etua molemmiin puolin. Latauksen ohjausjärjestelmän kehittäminen on lähitulevaisuuden haaste niin latauslogiikan kuin -tekniikankin osalta.

3 TEKNOLOGIAN ENNAKOINTI JA LIIKETOIMINTAMALLIT

Historian toteaminen ja sen menneiden tapahtumien pitäminen itsestäänselvyytenä on luonnollista ihmisille. Ihailemme visionäärejä, jotka pystyvät ennakoimaan kehityksen suuntaa ja reagoimaan siihen oikealla tavalla. Vaikka kenelläkään ei ole tarjolla kristallipalloa tulevaisuuden ennustamiseen, on olemassa malleja, jotka viitoittavat todennäköisempiä polkuja tapahtumille. Tästä puhutaan kappaleessa teknologian ennakointi. Myöhemmin selvitetään liiketoimintamallien teoriaa ja kerrotaan miten niitä voidaan hyödyntää käytännössä liiketoimintaa suunniteltaessa ja analysoitaessa. Nämä kaksi teoriaa saatetaan luvun viimeisessä kappaleessa yhteen ja luodaan viitekehys uuden liiketoiminnan synnyttämiseksi muuttuvassa ympäristössä.

3.1 Teknologian ennakointi

Teknologian yleistymisen ennakointi perustuu teoriaan, josta käytetään nimeä ”diffusion of innovation”. Suomeksi voidaan puhua innovaatioiden diffuusiosta, leviämisestä tai hajaantumisesta. Pyrkimyksenä on selittää, miten jokin yleinen ilmiö leviää ja kehittyy. Diffuusiota on tutkittu useissa eri viitekehyksissä kuten sosiologiassa, antropologiassa, koulutuksen tutkimuksessa, kommunikaatiossa, markkinoinnissa ja johtamisessa sekä lääketieteessä (Rogers 2003, s. 44-45). Kaikkien tutkimusten tarkoitusperänä on ollut löytää malleja, joilla tulevaa kehitystä voidaan kuvailla ja ennustaa. Vaikka tutkimukset ovat toisistaan poikkeavilta aloilta, löytyy diffuusiolle yhteinen muoto, joka muistuttaa s-kirjainta (kuva 3.1). Kuvaaja kertoo sen osuuden, joka ajan saatossa on uuden asian vaikutuksen piirissä. Tässä tekstissä s-käyrän piirteitä käsitellään teknologisten innovaatioiden leviämisen näkökulmasta.



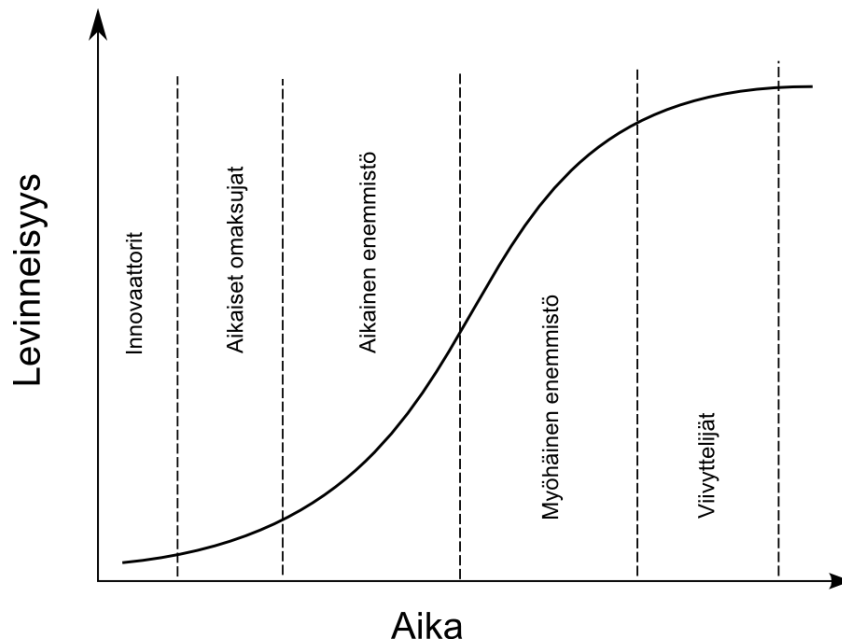
Kuva 3.1. S-käyrä eli innovaatioiden diffuusion malli

Alussa diffuusion eteneminen on hidasta, koska ensimmäiset ryhmät ovat pieniä, eikä tietoisuus tapahtumasta tai teknisestä innovaatiosta ole levinnyt. Innovaatioiden tapauksessa yleistymisen nopeutta säätelevät (Rogers 2003, s.36):

- suhteellinen hyöty
- yhteensopivuus
- kompleksisuus
- mahdollisuus kokeilla ja
- mahdollisuus seurata/havainnoida.

Kun alun kynnykset on ylitetty ja innovaatio saavuttaa laajemman ihmisjoukon, käyttäjien osuus kasvaa nopeasti. Lopussa kehitys taas hidastuu, kun suurin osa potentiaalisista käyttäjistä on jo uuden innovaation piirissä ja viimeisten käyttäjien joukko pyrkii pysymään vanhassa ratkaisussa niin kauan kuin se on mahdollista. Innovaation yleistymiseen liittyvät aiemmin mainittujen tekijöiden lisäksi myös kommunikaatiokanavat, aika ja sosiaalinen ympäristö (Rogers 2003, s.36 - 37).

Innovaatioiden hyväksymisessä on tunnistettavissa viisi erilaista kategoriaa, joihin ihmiset voidaan karkeasti luokitella. Kategoriat perustuvat yksilöiden henkilökohtaisiin valintaperusteisiin uusien tuotteiden suhteen ja ajoitukseen. Kuvassa 3.2 havainnollistetaan erilaisten yksilöiden osallistumista ja ryhmien luomaa potentiaalia kaupallistamisen suhteen.



Kuva 3.2. Erilaiset ryhmät innovaatioiden hyväksymisessä

Innovaattorit: Vain pieni osa ihmisistä kuuluu innovaattoreiden ryhmään. Innovaattorit ovat erittäin kokeilunhaluisia ja ottavat uudet teknologiat käyttöön vielä kun ne ovat kehitysvaiheessa. He ovat valmiita hyväksymään epäkypsiä tuotteita ja korkeamman hinnan. Innovaattori on täynnä intoa nähdessään uuden tuotteen.

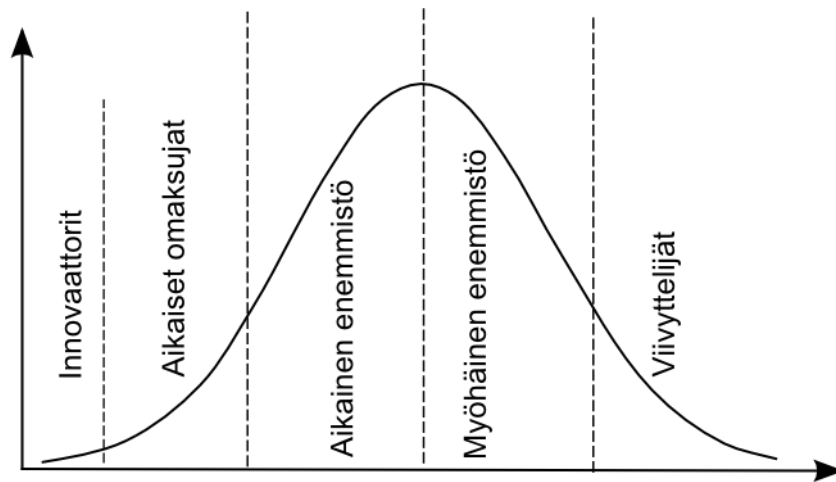
Aikaiset omaksujat: Aikaiset omaksujat ottavat teknologian käyttöön hyvin pian innovaattoreiden jälkeen, heti kun pahimmat viat on korjattu ja teknologia voidaan todeta toimivaksi. He toimivat mielipidejohtajina ja vaikuttavat voimakkaasti paikallisella tasolla, koska heidät koetaan edelläkävijöiksi, mutta ei liian seikkalunhaluisiksi.

Aikainen enemmistö: Ensimmäinen ryhmä, jonka taloudellinen merkitys on suuri. Aikainen enemmistö seuraa aikaisien omaksujien esimerkkiä, kun teknologian asema on vakiintunut ja kokemuksia on kerääntynyt riittävä määrä.

Myöhäinen enemmistö: Myöhäinen enemmistö odottaa hintojen laskemista ja tekniikan kypsymistä. Ostopäätökseen vaikuttaa olemassa olevat laitteet ja palvelut, ja niiden vaihe elinkaareissa.

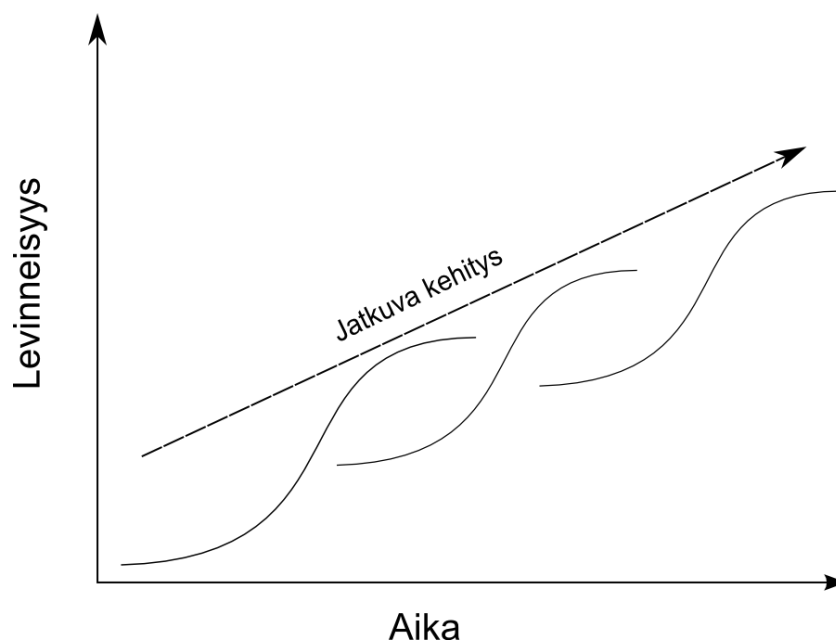
Viivyttelijät: Pitkittävät ostopäätöksiään siihen asti, kun vanhassa pysymisen mahdollisuutta ei enää ole. Pyrkivät vastustamaan muutosta.

Kuvassa 3.3 samat ryhmät on esitelty toisenlaisessa muodossa, joka havainnollistaa ryhmien suuruuden ja merkityksen innovaatioiden kaupallistamisvaiheessa. Suuri ostopotentiaali on aikaisella enemmistöllä. Suurimman työn takana on siirtyminen aikaisten omaksujien kokemuksista aikaisen enemmistön hyväksyntään, joka mahdollistaa kaupallisen menestyksen ja innovaation laajan leviämisen. Aikaiset omaksujat toimivat suosittelijoina enemmistölle ja vaikuttavat mielipiteillään seuraavan ryhmään mielikuvaa (Moore 1991).



Kuva 3.3. Uusien teknologioiden omaksuminen ja käyttäjäryhmät (mukailtu Rogers 2003, s.281)

Innovaatioiden kehitys kulkee ketjussa, jossa seuraava vaihe on jo kypsyvässä innovaattoreiden joukossa, kun vanha innovaatio saavuttaa oman kypsyysvaiheensa. Kuvasssa 3.4 on piirrettynä teknologisen innovaation elinkaari ja kypsyvässä oleva, uusi teknologia. Hyvänä esimerkkinä on tietokoneiden kehitys. Alkuun päästiin kehittämällä transistori, seuraava askel oli tietokonekeskukset yhteiskäyttöön. Myöhemmin seurasi siirtyminen henkilökohtaisiin tietokoneisiin (PC), kannettaviin tietokoneisiin, älypuheliin ja tablet-laitteisiin. Osa uusista tuotteista on syönyt markkinoita pois edeltäjiltään, mutta osa taas on luonut kokonaan uuden segmentin. Innovaatio on seurannut toistaan. Joillain aloilla elinkaaret voivat olla hyvinkin lyhyitä, kuten elektroniikassa, kun taas esimerkiksi polttomoottoriauton valtakausi on kestänyt yli sata vuotta. Minkään tuotteen elinkaari ei ole kuitenkaan ikuinen.



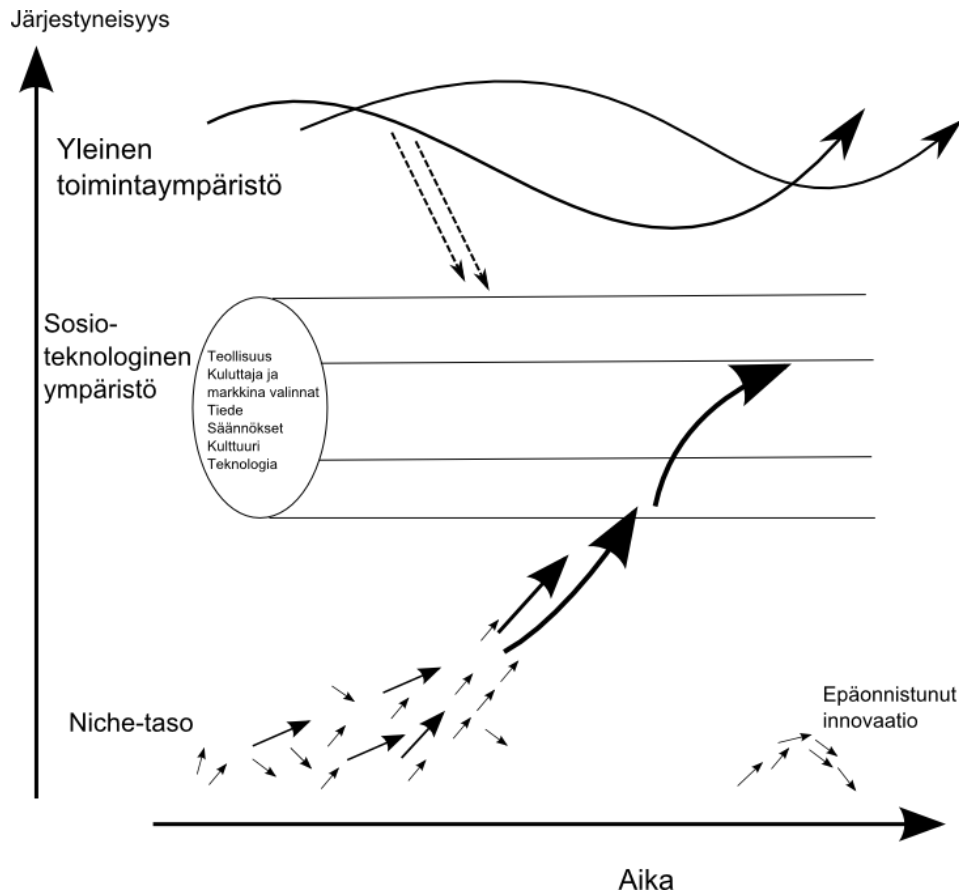
Kuva 3.4. Teknologisten innovaatioiden jatkumo

Rogersin tutkimuksen jatkoksi Frank Geels esitteli oman tutkimuksensa (Geels 2002), joka huomioi tarkemmin ympäristötekijöiden vaikutusta innovaatioiden leviämiseen. Geels siis luokittelee tarkemmin Rogersin esittelemien vaikuttimien, kuten valinnan vaihtoehtoisuuden, kommunikaatiokanavien ja sosiaalisen järjestelmän piirteiden suhdetta innovaatioiden leviämiseen sosio-tekнологisessa ympäristössä (Rogers 2002, s.222). Geels antaa muuttujille täsmällisempiä nimiä ja muistuttaa myös teknologisten innovaatioiden epäonnistumisesta. Lisäksi Geels esittelee uuden tason, joka kuvaa globaalia toimikentän muutosta.

Geelsin havaintojen mukaan teknologian yleistyminen alkaa niche-tason teknologisista innovaatioista, jotka ovat seurausta joko ihmisten spontaanista kekseliäisyydestä tai pyrkimyksiä ratkaista ongelmia, joita nykyisessä maailmassa esiintyy. Niche-taso on siis joko itsenäinen tai riippuvainen ylemmistä tasoista. Osa niche-tasolla olevista innovaatioista ei ikinä päädy valmiiksi ratkaisuksi, mutta ne jotka löytävät tukea toisista innovaatioista ja kehittyvät sosioteknologiseen ympäristöön sopiviksi, saavuttavat aseman markkinoilla. Niche-innovaatioita voidaan ajatella voimavektoreina, joita tarvitaan useita pieniä tai yksi suuri, jotta pystytään nousemaan kynnystason ylitse (katso kuva 3.5).

Sosioteknologinen ympäristö (socio-technical regime) koostuu kuudesta pääkomponentista, jotka hallitsevat olemassa olevaa tilannetta. Nämä komponentit ovat käyttäjävalinnat, säännökset, teknologia, kulttuuri, tiede ja teollisuus. Jokainen näistä komponenteista vaikuttaa teknologisen kehityksen suuntaan ja niihin valintoihin, joita kuluttajat ja käyttäjät yleisesti jatkossa tekemään. Esimerkkejä muutoksesta sosioteknologisessa ympäristössä voivat tieteellisen tutkimuksen kehittyminen tietyllä osa-alueella (aurinkokennot), kulttuurillinen vaikutus ostokäyttäytymiseen (karppaus) tai teollisuuden mukautuminen tiukempiin säännöksiin (kemikaalien käyttö). Nämä kaikki vaikuttavat olemassa olevaan ympäristöön ja ovat luomassa tulevaisuuden markkinapaikkaa.

Yleisen toimintaympäristön muutos (landscape developments) on Geelsin teorian päällimmäinen taso. Toimintaympäristö muuttuu hitaasti, ja yksittäiset toimijat, eivät edes valtiot pysty vaikuttamaan muutokseen oleellisesti. Toimintaympäristön muutos aiheuttaa paineen muutokselle sosioteknologisessa ympäristössä. Esimerkkinä toimintaympäristön muutoksesta ovat esimerkiksi ilmaston lämpeneminen tai öljyvarojen hupeneminen, jotka lopulta pakottavat teollisuuden, markkinat ja teknologian sopeutumaan uudenlaiseen tilanteeseen ja muokkaamaan toimintojaan.



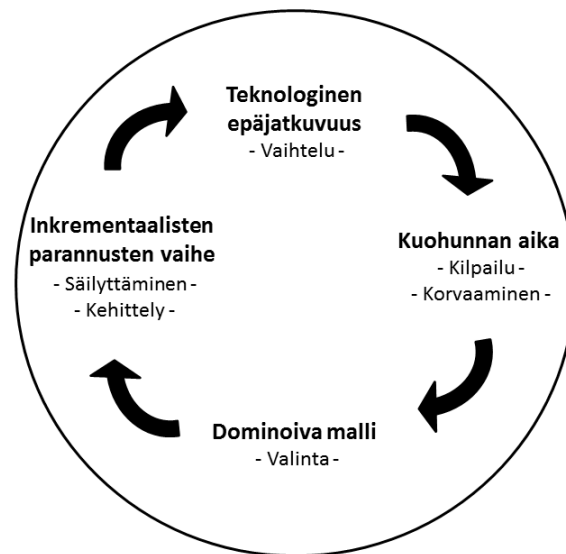
Kuva 3.5. Sosio-tekhnologisen muutoksen teoria (muokattu Geels 2002)

Geelsin teorian pohjalta voi tarkastella maailmaa uudenlaisin silmin ja arvioida tapahtumia pidemmälle tulevaisuuteen. Yleinen toimintaympäristömme on muuttumassa voimakkaasti, kun yhteiskunta on siirtynyt jälkiteolliseen aikaan. Tämä on tapahtunut jo vuosikymmenien ajan vauraimmissa maissa, joissa palvelut kasvattavat osuuttaan bruttokansantuotteesta ja samalla teollista tuotantoa vähennetään. Lisäksi ihmisten asenteet luontoa kohtaan muuttuvat. Toimintaympäristön muutos on aiheuttanut paineen sosioteknologisessa ympäristössämme, joka näkyy tieteen suuntauksissa ja lainsäädännön muutoksissa sekä ihmisten henkilökohtaisissa arvoissa.

Kuvassa 3.4 oli esitettyä, miten innovaatio seuraa toista ja korvaa sen, taikka jatkaa siitä mihin edellinen innovaatio ei vielä kyennyt. Muutokset sosioteknologisessa ympäristössä avaavat uudenlaisia mahdollisuuksia niille toimijoille, jotka ovat valppaina paikalla teknologisen epäjatkuvuuden kohdissa ja osaavat hyödyntää tilaisuuden.

Kun jokin teknologia saavuttaa markkinoilla vakiintuneen aseman eli tilan, jossa suurin osa toimijoista joko haluaa tai joutuu käyttämään sitä, kutsutaan tätä teknologiaa dominoivaksi malliksi. Myös palvelut voivat saavuttaa dominoivan aseman. Esimerkkejä ovat Windows käyttöjärjestelmä tai Shimanon vaihteet polkupyörissä. Kun dominoiva asema on saavutettu, seuraa inkrementaalisten parannusten vaihe, jossa olemassa olevaa mallia muokataan vain varovaisesti. Uusi innovaatio aiheuttaa hetkellisen sekaannuksen ja epäjatkuvuuden, jos sen arvo koetaan yleisesti riittävän suureksi (disruptive change). Tästä alkaa kuohunnan aika, jolloin uutta suuntaa etsitään, kunnes pää-

dytään riittävän hyvään ja yleistyneeseen malliin eli uuteen dominoivaan malliin. Yleisesti puhutaan myös vakiintuneista tuotteista tai malleista, standardeista tai de factosta. Dominoivan mallin elinkaari on havainnollistettu kuvassa 3.6



Kuva 3.6. Dominoivan mallin syntyminen ja uusiutuminen (muokattu Murmann 2006)

Dominoiva mallin syntyyn vaikuttavat Murmannin mukaan (Murmman 2006):

- teknologinen paremmuus
- massatuotannon aiheuttama hintaetu
- toimijoiden verkko ja yhteensopivuus sen sisällä
- markkinaosuuden nopea kasvu
- ja vaihtamisen kustannus sekä toimintaympäristön dynamiikka (sosiloginen, poliittinen ja organisaation sisäinen).

Murmannin ja Frenkenin esittämät tekijät heijastelevat Rogersin ja Geelsin päätelmiä siitä, mitkä tekijät vaikuttavat innovaatioiden leviämiseen. Syyt ovat syvemmällä kuin vain teknologisessa paremmuudessa tai hinnassa - yhtenä oleellisena tekijänä on mallin vakiintuminen. Merkittävää on myös se, että innovaatiolla tai dominoivalla mallilla ei tarkoiteta pelkästään tuotteita, vaan yhtäläillä palveluita ja toimintatapoja.

3.2 Liiketoimintamallit ja uusi liiketoiminta

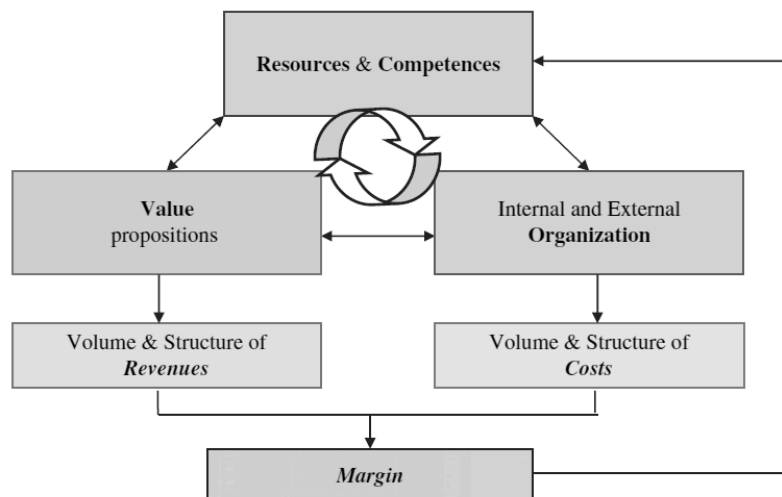
Liiketoimintamallien tutkimus on kasvanut räjähdysmäisesti 1990-luvun puolivälistä alkaen (Zott et al. 2011). Liiketoimintamallin tarkoituksena on kuvata yrityksen toimintojen järjestäytymistä konseptuaalisella tasolla ja selkeyttää tavat, joiden avulla yritys luo arvoa asiakkailleen (Demil ja Lecocq 2010, Zott ja Amit 2008). Monesti sana liiketoimintamalli liitetään uusiin liiketoimintoihin, kuten internetin kautta tapahtuvaan ”e-liiketoimintaan”. Liiketoimintamallin hyödyllisyys ei kuitenkaan rajoitu vain sähköiseen liiketoimintaan, vaan viitekehystä voidaan soveltaa samalla tavoin olemassa olevissa

yrityksissä ja uusia liiketoimintoja suunniteltaessa. Joan Magretta kirjoittaa seuraavalla tavalla Harvard business review – lehdessä (Magretta 2002):

“A good business model remains essential to every successful organization, whether it’s a new venture or an established player. – [Business models] are, at heart, stories – stories that explain how enterprises work. A good business model answers the question --: Who is the customer? And what does the customer value? – How do we make money in this business? What is the underlying economic logic that explains how we can deliver value to customer at an appropriate cost?”

Magretta kertoo liiketoimintamallin olevan yksinkertaisimmillaan tapa kysyä kaikkein oleelliset kysymykset. Hän painottaa tarinan kertomisen merkitystä, joka auttaa osallisia ymmärtämään oman merkityksensä ja toiminnan tarkoituksen paremmin. Liiketoimintamalli ei siis ole pino numeroita, jotka sijoitetaan laskentaohjelmaan ja saadaan vastauksena kannattavuus. Se on tapa analysoida tilanteita kysyen oleellisia kysymyksiä.

Olemassa olevia yrityksiä varten Demil ja Lecocq ehdottavat liiketoimintamallin dynaamista kuvaamista. He näkevät liiketoimintamallin hyvänä tapana kuvata nykyhetken liiketoimintaa, mutta liian staattisena, jos pyrkimyksenä on luoda uutta. Muutostilanteissa staattista liiketoimintamallia voidaan käyttää nykytilanteen analysoimiseen ja tulevaisuuden visioimiseen. Demilin RCOV-mallin perustana on olemassa oleva organisaatio, joka muuttuu jatkuvasti ja toimii itsessään innovaatioiden ja uusien liiketoimintojen luojana. Yrityksellä on olemassa resursseja ja osaamista (**Resources & Competences**), joiden avulla luodaan asiakkaalle arvoa (**Value**) ja yritykselle tuloja. Toiminnan suorittamiseksi tarvitaan organisaatio (**Organisation**), joka aiheuttaa kuluja (katso kuva 3.7). Näkemys perustuu Penrosen esittämiin ajatuksiin yrityksestä resurssien altaana, jonka tarkoituksena on tuottaa asiakkaalle jotain arvokasta. (Demil ja Lecocq 2010)



Kuva 3.7. RCOV-malli (Demil ja Lecocq 2010)

Alexander Osterwalder teki urauurtavaa työtä kerätessään yhteen liiketoimintamalleihin liittyvän akateemisen kirjallisuuden. Hän kokosi vallitsevat teemat, etsi niistä yhteneväisyydet ja koosti oman synteesinsä. Hän kutsui synteesiään alun perin ontologiaksi, eli näkemykseksi miten asioiden tulisi olla. Osterwalderin malli on vakiinnuttanut asemansa ja tällä hetkellä muita liiketoimintamalleja verrataan hänen malliaan vasten. Kuvat 3.8 ja 3.9 ovat Osterwalderin tutkimuksesta, ja niissä on eriteltynä eri tutkijoiden liiketoimintamalleja ja miltä osin niissä on yhteneväisyyksiä.

Business model ontology	Stahler 2001	Weill and Vitale 2001	Petrovic, Kittl et al.	Gordijn 2002	Afuah and Tucci 2003	Tapscott, Ticoll et al. 2000	Linder and Cantrell 2000
Value Proposition	value proposition	Value Proposition, strategic objective	Value Model	Value offering	Customer Value		value proposition
Target Customer		Customer Segments		Market Segment	Scope		
Distribution Channel		Channels	Customer relations model				channel model
Customer Relationship			Customer relations model				commerce relationship
Value Configuration	Architecture		Production Mode	e3-value configuration	connected activities, value configuration	b-webs	commerce process model
Capability		Core competencies, CSF	Resource Model		capabilities		
Partnership	Architecture	e-business schematics		Actors	sustainability (team-up strategy)	b-webs	
Cost Structure				Value exchange	cost structure		
Revenue Model	Revenue Model	Source of revenue	Revenue Model	value exchange	pricing, revenue source		pricing model, revenue model

Kuva 3.8. Liiketoimintamallien tutkimus, kuva 1 (Osterwalder 2004)

Business model ontology	Hamel 2000	Mahadevan 2000	Chesbrough and Rosenbloom 2000	Magretta 2002	Amit and Zott 2001	Applegate and Collura 2001	Maitland and Van de Kar 2002
Value Proposition	Product/market scope	Value stream	Value proposition	What does the customer value?	Transaction component	Product and Services offered	Value proposition, assumed value
Target Customer	Market scope		Market segment	Who is the customer?		Market opportunity	Market segment
Distribution Channel	Fulfillment & support, info & insight			How can we deliver value at an appropriate cost?		Marketing/sales model	
Customer Relationship	Relationship dynamics					Brand and reputation	
Value Configuration	Core processes	Logistical stream	Structure of the value chain		Architectural configuration	Operating model	
Capability	core competencies, strategic assets					Organization and culture, management model)	
Partnership	suppliers, partners, coalitions		Position in the value chain		Transaction component	Partners	Companies involved in creating value
Cost Structure			Cost structure	What is the underlying economic value?			
Revenue Model	pricing structure	Revenue stream		How do we make money in this business		Benefits to firm and stakeholders	Revenue Model

Kuva 3.9. Liiketoimintamallien tutkimus, kuva 2 (Osterwalder 2004)

Liiketoimintamallit toimivat yrityksen strategiaa tukevinä suunnitelmina, joiden avulla voidaan kommunikoida yrityksen sisällä ja ulospäin sekä tarkastella yrityksen monimutkaisia rakenteita toimintaa analysoitaessa (Zott ja Amit 2008). Liiketoimintamallien kehityksen on todettu olevan yhteydessä yritysten taloudelliseen menestykseen

(Shane et al. 2004, Brinckmann et al. 2010) ja luovan pohjan uudenlaisen kilpailuedun syntymiselle (Zott ja Amit 2008). Syinä ovat sekä suunnittelemisen aikana oppiminen että kirjallisen suunnitelman jäsenelty muoto, joka sitouttaa osapuolia ja antaa käytännön yhtenäisen ohjeen. On tärkeää huomata näiden lisäksi kaksi asiaa. Ensinnäkin, tiukka lukkiutuminen liiketoimintamalliin heikentää menestystä, joten yritysten on hyväksyttävä niiden jatkuva muuttuminen (Brinckmann et al. 2010). Toisekseen, olemassa olevat yritykset saavat liiketoimintamalleista jopa suuremman hyödyn kuin aloittelevat yritykset (Brinckmann et al. 2010).

Tässä työssä pyritään esittelemään liiketoimintamallien teoria niin, että se luo mahdollisuuden tutustua halutessaan syvemmin asiaan. Liiketoimintamalleilla on merkityksensä myös yrityksen strategiaan, markkinasuuntautuneisuuteen, innovaatiokehitykseen ja henkilöstökulttuuriin.

3.2.1 Osterwalderin liiketoimintamalli

Osterwalderin mallin erityisen käyttökelpoiseksi tekee se, että se ottaa kantaa yrityksen avaintoimintoihin kuten asiakkaisiin ja niiden hankintaan, tuotteisiin ja palveluihin, talouskysymyksiin, resursseihin ja markkinointiin. Taulukossa 3.1 on lueteltu liiketoimintamallin osat, joita voidaan kutsua myös rakennuspalikoiksi. Niihin liittyvä peruskysymys on taulukon toisessa sarakkeessa.

Taulukko 3.1. Osterwalderin liiketoimintamallin komponentit ja keskeiset kysymykset

Arvolupaus	Mitä?
Asiakasryhmä	Kenelle?
Jakelukanava	Miten?
Asiakassuhde	
Avaintoiminnot	
Avainresurssit	
Partnerit	
Tulonlähde	Entä raha?
Kulut	

Taulukossa keskeiset kysymykset on esitelty lyhyesti ja niiden avulla luodaan yleiskuva aiheeseen. Liiketoimintamalleja kehitettäessä on otettava huomioon tekijät huomattavasti tarkemmin ja harkittava vastauksia täsmällisempiin kysymyksiin. Alla on eritelty yksityiskohtaisemmin, mikä kunkin komponentin tarkoitus on ja millaisia asioita sen kohdalla tulee pohtia.

Arvolupaus

Mitä asiakkaalle tarjotaan? Mitä asiakas arvostaa tai tarvitsee? Arvolupaus on tuote tai palvelu, joka ratkaisee asiakkaan tarpeen tai ongelman. Arvolupaukseen voi liittyä itse tuotteen lisäksi lupauksia laadusta, takuusta, toimintavarmuudesta, toimitusvarmuudesta tai huolloista. Asiakkaalle arvoa tuovat esimerkiksi lisääntyneet tulot, säästetty aika, parempi mieli, kohonnut asemalunastetut lupaukset ja kustannussäästöt. Näiden arvojen tulee ylittää niistä aiheutuvat kustannukset, joita ovat hankintahinnan lisäksi ostoon käytetyt resurssit (aika, raha, kapasiteetti) ja muut mahdollisesti negatiiviset vaikutukset.

Asiakasryhmä

Kuka on yrityksen asiakas? Mikä on asiakasryhmän koko ja tuleeko se pysymään jatkossakin? Asiakasryhmä pyritään kuvailemaan mahdollisimman tarkasti perustuen perinteiseen asiakassegmentointiin. Segmentoinnin kriteerejä ovat mm. ikä, tulotaso, koulutus, sukupuoli, työpaikka ja asema organisaatiossa. Mitä tarkemmin asiakasryhmä tunnetaan, sitä helpompi sitä on lähestyä asiakkaan tapoihin sopivilla keinoilla ja helpottaa myynti- ja markkinointiosaston työtä.

Jakelukanava

Miten tuote toimitetaan asiakkaalle? Tuotteita voidaan lähettää postissa tai antaa suoraan asiakkaalle, tilata internetin kautta tai noutaa myymälöistä, palvelut ovat paikallisia lukuun ottamatta digitaalisia palveluita. Mikä jakelukanava on asiakkaille mieluinen ja toisaalta riittävän tehokas? Pääsevätkö asiakkaat tarvittaessa meidän luokse?

Asiakassuhde

Miten asiakkaat löydetään, pidetään ja miten heidän ostojaan kasvatetaan? Perustuuko asiakassuhde asiakkaan satunnaisiin käynteihin, kampanjoihin, aktiiviseen yhteydenpitoon, suosittelurinkiin vai johonkin muuhun? Onko asiakkuuden eri vaiheissa sopivin keino lähestyä asiakasta erilainen? Asiakkaan tunteminen eli tarkka segmentointi auttaa asiakassuhdetta suunniteltaessa. Liiketoiminnan kannalta tärkeimpiä asiakkaita varten on oltava erityinen suunnitelma.

Avaintoiminnot

Mitä yrityksen tulee tehdä, että luvattu tuote tai palvelu saadaan asiakkaalle? Avaintoiminnot voivat olla esimerkiksi valmistus, muokkaaminen, tuotteiden yhdistely, hankinta, välitystoiminta, opastaminen tai säilyttäminen. Tärkeintä on, että avaintoiminnot eivät sekoitu yleisen työnteon kanssa ja niiden suorittamisen tehokkuuteen on kiinnitet-

ty erityistä huomiota. Talousosasto on yrityksen kannalta kyllä tärkeä, mutta jollei kyseessä ole kirjanpito toimisto, asiakas haluaa saada luvattuja tuotteita eikä taloudenpidolla ole tämän kanssa suoraa yhteyttä. *Tukitoimet* ovat siis pakollinen tehtävä, jotta *avaintoimintoja* voidaan tehdä mahdollisimman tehokkaasti ja toimittaa asiakkaalle luvattu arvo.

Avainresurssit

Mitä resursseja tarvitaan avaintoimintojen suorittamiseksi? Ovatko avainresursseja henkilöt, laitteet tai tilat? Onko resurssit mitoitettu oikein? Asiakkaalle luvataan ensimmäisessä kohdassa jokin arvo. Mitä tarvitaan tuon arvolupauksen toteuttamiseksi? Kuinka paljon tehdään itse, mitä toimintoja annetaan muille suoritettavaksi? Kuka suorittaa avaintoimintoja?

Partnerit

Ketä muita yritys tarvitsee? Alkutuotantoa, komponenttivalmistajia, jälleenmyyjiä, tukijoita? Esimerkiksi matkapuhelimen valmistajan ei kannatta pyrkiä komponenttivalmistajaksi, vaan luottaa muiden yhtiöiden toimituksiin ja tehokkuuteen. Partnereiden valinta on tärkeä tehtävä yrityksen tulevaa suunniteltaessa. Yritykset eivät ole riippumattomia muista, vaan yritysten joukko muodostaa pitkän arvoketjun.

Tulonlähde

Mistä yritys saa rahaa? Yleisin vastaus on, että toimitetaan tavara tai palvelu, ja asiakas maksaa sitä vastaan. Tulonlähteitä voi kuitenkin olla muitakin kuin asiakkaan pankkitili. Vaihtoehtoisia tulonlähteitä ovat esimerkiksi lisenssitulot, mainostulot, kiinteät palvelusopimukset ja rahan säilyttäminen. Tulonlähteitä pohdittaessa ei pidä lukkiutua ensimmäiseen ajatukseen, joka tulee mieleen, vaan pohdittava lisätulojen tuottajia. Tuotteen hinta voi muodostaa osan tuloista, mutta sen lisäksi palvelusopimukset, varaosat, lisäpalvelut tai muut hyötyjäät voivat luoda lisää kassavirtaa.

Kulut

Mistä yrityksen kulut muodostuvat? Henkilöstökuluista, tavaran hankintakuluista, tilavuokrasta, lisensseistä? Liiketoimintamallin tarkoituksena ei ole koko kustannusrakenteen täydellinen mallintaminen, vaan ymmärrys siitä, mitkä ovat merkittäviä kuluja ja miten ne vaikuttavat kannattavuuteen. Pystytäänkö luvattu arvo tuottamaan niin, että saadut tulot ovat syntyneitä kuluja suuremmat?

Taulukossa 3.2 on otettu kaksi erilaista liiketoimintamallia esimerkiksi. Itse tuote, polkupyörä, on molemmissa samankaltainen, eli ei verrata hiilikuituista maantiepyörää lasten pyörään vaan kategorisesti tuotteet ovat samat. Esimerkki osoittaa, kuinka erilaisia saman tuotteen liiketoimintamallit voivat olla. Hyvin toimiva liiketoimintamalli voi muuttaa tuottamattoman innovaation tai liiketoiminnan kannattavaksi.

Taulukko 3.2. *Esimerkki kahdesta liiketoimintamallista polkupyöräyritykselle*

	Yritys 1	Yritys 2
Arvolupaus	Markkinoiden halvimmat polkupyörät	Laatupyörät toimintatakuulla
Asiakasryhmä	Opiskelijat (alle 25-v, pienituloiset, aikaa käytettävissä) Harvoin polkupyörää käyttävät	Hinta-laatusuhdetta arvostavat työmatkapyöräilijät Pyörien vuokraajat
Jakelukanava	Myydään internetin välityksellä	Paikalliset yritykset jälleenmyyjinä Suorat toimitukset isoille asiakkaille
Asiakassuhde	Sähköinen mainonta Facebookin ja Googlen kautta	Pitkäaikainen suhde huolto- ja myyntiyrityksiin Suorat asiakassuhteet tärkeimpiin asiakasryhmiin
Avaintoiminnot	Tilausten käsittely Edullisten valmistajien kartoittaminen	Pyörien valmistus ja kokoonpano, komponenttien kartoittaminen, huoltohenkilöstön koulutus
Avainresurssit	Ostohenkilöstö Hallinto	Polkupyöräasiantuntijat, Huoltohenkilöt, Myyntihenkilöstö
Partnerit	Aasialainen halpavalmistaja	Pitkäaikaiset toimittajat, pienet pyöräkauppiaat
Tulonlähde	Pyörien myynti Lisävarusteet	Polkupyörien myyminen ja vuokraaminen Pyörähuolto
Kulut	Pyörien ostaminen Henkilöstö	Komponenttien ostaminen Tuotanto- ja huoltohenkilöstö Asiakassuhteiden ylläpito Vuokraustoiminnan järjestelyt Varaston ylläpito

3.2.2 NABC

Kirjaimet NABC tulevat sanoista: *Need, Approach, Benefit (per cost), Competition*. NABC on malli Stanford Research Institutun käyttämä toimintamalli, jonka avulla tarkastellaan innovaatioita ja niiden kaupallistamismahdollisuuksia. NABC avulla voidaan suorittaa ensimmäinen tarkastelu innovaatiolle ja todeta, pystytäänkö sen avulla tuottamaan arvoa asiakkaalle. Asiakasarvo on liiketoimintamallin kriittisin osa, jota ilman liiketoimintaa ei synny. Tärkeystään huolimatta asiakasarvo ei yksin riitä. Eteen voi tulla tilanne, että asiakas kokee uuden tuotteen hyödylliseksi, mutta yritys ei pysty tuot-

tamaan sitä hinnalla, jonka asiakas olisi valmis maksamaan tai toimittamaan sitä tavalla, jota asiakas tarvitsee. Lisäksi innovaatioiden kehittäjät saattavat sokaistua kehittäessään ratkaisuja ja jättää huomiotta todellisen asiakastarpeen ja kilpailutilanteen. Näihin pulmiin NABC pyrkii tarjoamaan työkalun, joka auttaa innovaatioiden jalostamisessa asiakkaalle kelpaavaksi tuotteeksi.

Need eli tarve

Minkä tarpeen tuote tai palvelu täyttää? Minkä ongelman se ratkaisee? Tarpeet voivat olla ihmisten perustarpeita, kuten tarve viestiä toisten kanssa, tarve elää sosiaalisessa yhteisössä, tarve liikkua kodin ja työn välillä tai yksinkertaisesti ruoka. Miten näihin tarpeisiin vastataan? Ongelmia voivat aiheuttaa esimerkiksi huonolaatuiset tavarat, matala tehokkuus tuotantolinjalla tai liikenteen aiheuttamat saasteet. Ongelmiin pystytään kehittämään ratkaisuja, mutta menestyksellisen liiketoiminnan kannalta ongelmien pitäisi olla riittävän yleisiä tai isoja, jotta myös ratkaisuille on laajat markkinat. Asiakastarpeen löytäminen on liiketoiminnan kriittisin vaihe ja sen etsimiseen on käytettävä aikaa ja vaivaa, eikä rynnätä kohti ensimmäistä ratkaisua.

Approach eli ratkaisu

Millä tavalla kyseinen tarve saadaan täytettyä tai ongelma ratkaistua? Ratkaisu voi pitää sisällään tekniikkaa, toimintatavan tai muuten uudenlaisen lähestymisen ongelmaan. Yleisesti voidaan todeta, että teknisen ratkaisun osuus korostuu ainoastaan tilanteissa, joissa tekniikka aidosti vastaa asiakkaan ongelmaan. Tekniikka itsessään ei ole arvokas liiketoiminnan näkökulmasta, vaan pelkkä väline jolla vastataan asiakkaan tarpeeseen. Ratkaisu voi olla myös vanha tekniikka, joka tuodaan asiakkaalle uudella tavalla tai toimintamalli, joka poistaa kriittisiä ongelmia.

Benefit per cost eli hyöty suhteessa kustannuksiin

Asiakkaan saamia hyötyjä verrataan sen muodostamiin kustannuksiin. Hyötyjä voivat olla esimerkiksi rahan säästö, lisätulot, ajan säästö, mielihyvä tai parantunut luotettavuus. Kustannukset muodostuvat mm. käytetystä rahasta ja ajasta, hankintavaivasta tai henkisistä kustannuksista. Puhtaasti rahallisten hyötyjen ja kustannusten vertaaminen ei anna kattavaa kuvaa asiakkaalle tarjottavasta arvosta.

Competition eli kilpailu

Onko tuotteelle tai palvelulle kilpailijoita? Kilpailu NABC mallissa ei rajoitu pelkästään tuotteen suoriin kilpailijoihin, vaan kysymykseen siitä, mitkä muut tuotteet tai palvelut täyttävät saman, alkuperäisen tarpeen. Uusi laite uudessa tuoteryhmässä ei ole vaille kilpailua, vaan se joutuu ansaitsemaan asemaansa vakiintuneella markkinoilla. Sähköauto on erinomainen esimerkki: sähköauto kilpailee tavallisen henkilöauton kanssa, mutta toisaalta molemmat pyrkivät täyttämään saman perustarpeen eli henkilökohtaisen liikumisen tarpeen.

3.2.3 Uuden liiketoiminnan kehittäminen

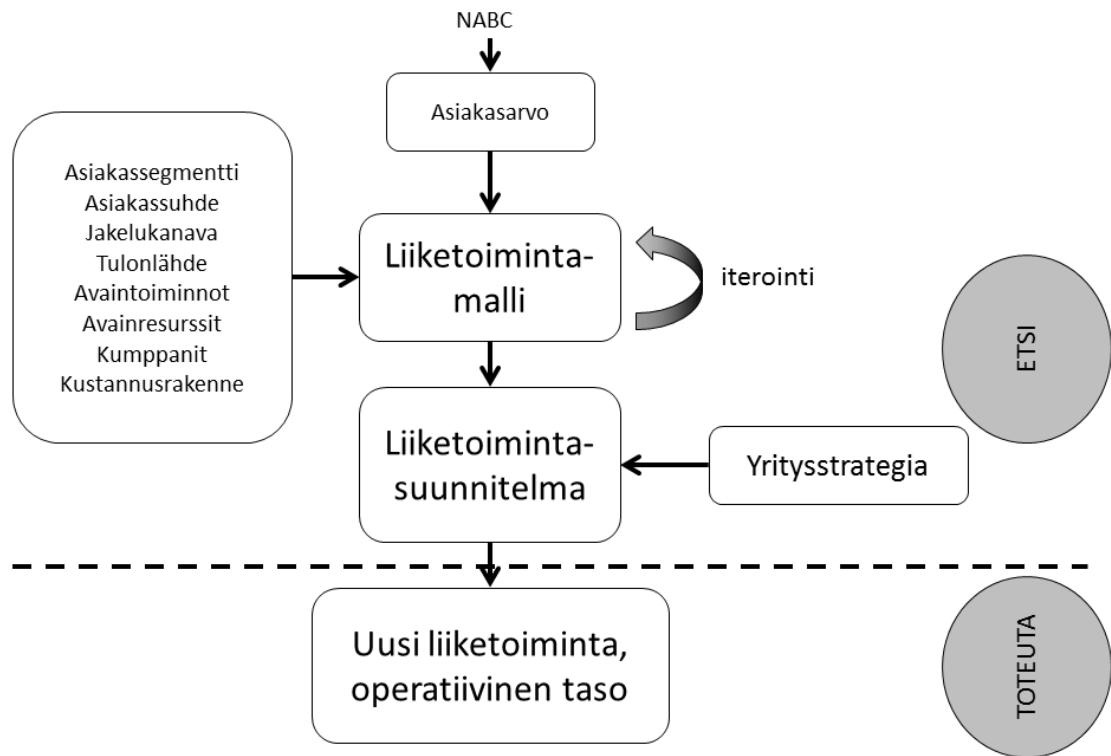
Aikaisemmissa kappaleissa on johdeltu lukija teknologian kehityksen ennustamiseen ja liiketoimintamallien teoriaan. Teknologian ennakointi kappaleessa on selvitetty, mitä tulee tarkkailla, kun pyritään havainnoimaan teknologisen muutoksen hetkiä, jotka avaavat tietä uusille innovaatioille ja liiketoimille. Osterwalderin liiketoimintamallien viitekehys antaa tehokkaan tavan analysoida nykyisiä liiketoimintoja ja toimii samalla suunnitteluohjeena uusien mahdollisuuksille kehittelylle. NABC-malli muistuttaa tärkeimmistä kysymyksistä, jotka tulee huomioida kun keksinnöistä pyritään luomaan liiketoimintaa: mikä arvo tuotteella tai palvelulla on asiakkaalle ja miten se sijoittuu verrattuna nykyisiin ratkaisuihin?

Uuden liiketoiminnan kehittäminen alkaa asiakasarvon löytämisestä. Yrityksillä, joiden henkilöstö kulkee avoimin mielin, asiakastarpeita tuntuu löytyvän päivittäin. Osa niistä tarjoaa aidon liiketoimintamahdollisuuden, kun taas osaan ei kannattaisi koskaan tarttua. Suunnitteluun ja ajatusten testaamiseen kannattaa käyttää aikaa, sillä kustannukset huonoista oletuksista tai vääristä valinnoista voivat nousta korkeiksi.

Liiketoimintamalli on työväline, jolla pyritään kohti liiketoimintasuunnitelmaa, joka sopii yrityksen strategiaan. Liiketoimintasuunnitelma on tarkempi analyysi, joka pitää sisällään muun muassa kustannusrakenteen komponentit, hinnoittelustrategian, kilpailutilanne- ja toimittaja-analyysit sekä riskienhallinnan keinot. Se pyrkii osoittamaan luvuilla, kuinka liiketoimintaa operatiivisesti toteutetaan. Liiketoimintasuunnitelman laadintaan vaaditaan pohjalle liiketoimintamalli. Uusi liiketoimintamalli taas vaatii todistuksen paikkaansa pitävyydestä ja se voidaan saavuttaa ainoastaan testaamalla mallia aidossa tilanteessa, asiakkaiden kanssa. Ensimmäinen versio liiketoimintamallista luodaan yrityksen sisällä tai ennen yrityksen perustamista. Sen jälkeen liiketoimintamallin hypoteesit asetetaan koetukselle ja korjataan väärät oletukset. Liiketoimintamallin ei tarvitse jäädä vain teorian tasolle, vaan sitä kehitetään kokeilemalla, epäonnistumalla ja korjaamalla.

Prosessi on kuvattu kuvassa 3.10, jossa lopullisena tavoitteena on uusi liiketoimintamalli, ja myöhemmin liiketoimintasuunnitelma ja sen operatiivinen toteuttaminen. Kuvassa on eroteltu katkoviivalla uuden liiketoiminnan kaksi vaihetta: etsiminen ja toteuttaminen. Olemassa olevissa yrityksissä toteutusvaihe on hyvin organisoitua, mutta kokemusta liiketoimintamallin etsimisestä puuttuu. Uuden liiketoiminnan aloittamiseen liittyy myös yrityksen strateginen näkökulma, joka on huomioitava ennen laajamittaista toteutusta.

Isoilla yrityksillä on ajoittain vaikeuksia suhtautua uuden liiketoiminnan aloittamiseen prosessina, johon kuuluu yrittäminen ja erehtyminen. Osittain tämä johtuu siitä, että vanhan ja uuden liiketoiminnan välillä on suuri kuilu. Vanhaan liiketoimintaan kuuluu operatiivisten toimintojen tehostaminen, kun taas uuden liiketoiminnan kehittäminen on luonteeltaan enemmän kokeiluprosessi. Kokeilemiseen liittyy epäonnistumisen riski, joka vaatii erilaista luonnetta, kuin olemassa olevan tilanteen pitäminen.

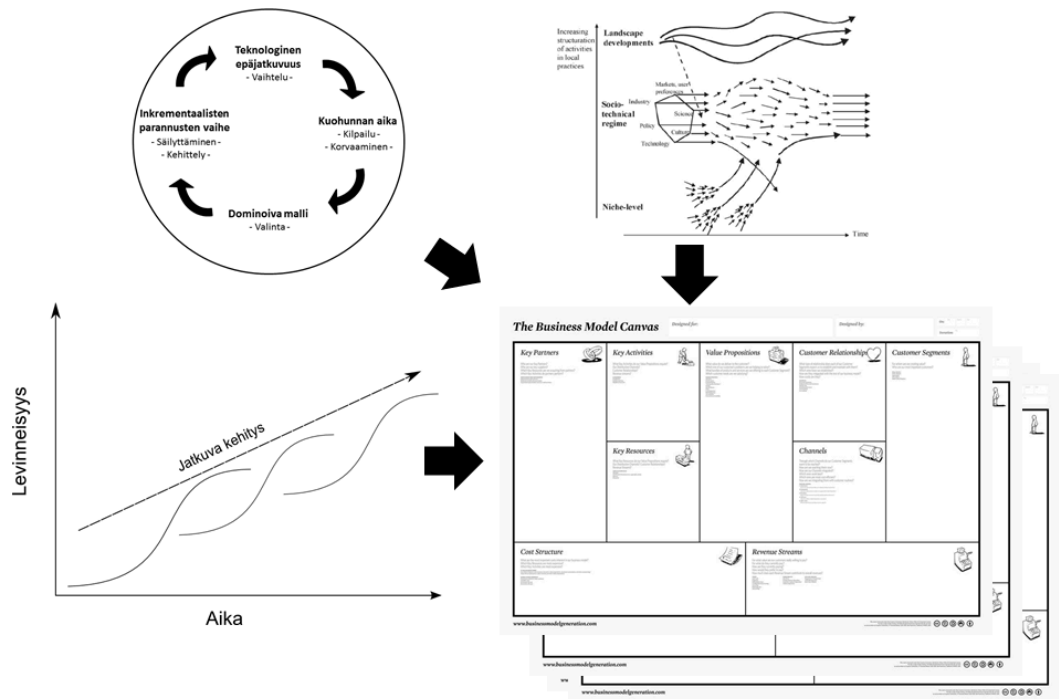


Kuva 3.10. Uuden liiketoiminnan kehittäminen

Etsintävaiheen riskejä on vaikea välttää. Pääomasijoittajat ovat vuosikymmeniä etsineet reseptiä, jonka perusteella voitaisiin ennustaa tuotteen, palvelun tai yrityksen menestystä, mutta ovat joutuneet tunnustamaan erehtyväisyytensä. Tästä syystä sijoittajat puhuvat mielellään sijoitusportfoliosta, jonka ajatus perustuu siihen, että osa yrityksistä menestyy ja osa ei. Menestyneiden luomat tuotot kattavat epäonnistuneiden aiheuttamat tappiot. Näistä summana syntyy sijoittajan kokonaistuotto. Tilanne on sama yritysten sisällä. Osa uusista liiketoimintamalleista tulee epäonnistumaan, mutta toimivien mallien tuotot pystyvät ylittämään epäonnistuvien aiheuttamat tappiot. Erityisesti pienet ja keskisuuret yritykset hyötyvät selkeästi enemmän strategisista innovaatioista kuin tuoteinnovaatioista (Rosenbusch et al. 2011).

Liiketoimintamallit ovat aika- ja tilannesidonnaisia. Liiketoimintamallin epäonnistuminen ei tarkoita, että se ei olisi käyttökelpoinen. Monesti kuulemme kuinka ”joku oli aikaansa edellä” tai ”aika ei ollut kypsä tuotteelle”. Jos katsomme hieman taaksepäin tämän työn kuviin 3.5 ja 3.6 pystymme paremmin ymmärtämään tuotteiden ja palveluiden sopivuutta ympäristöönsä. Sosio-tekhnologinen järjestelmä on jatkuvasti muuttuva tila, jossa tarpeet vaihtelevat riippuen useista eri tekijöistä. Tuotteet ja liiketoimintamallit pyrkivät vastaamaan muutokseen mukautumalla ja toisaalta myös itse muokkaamalla järjestelmää. Eri tekijöiden vaikutuksia liiketoimintamalliin on havainnollistettu kuvas-

sa 3.11, joka laajentaa kontekstia kuvassa 3.10 esitetylle uuden liiketoiminnan kehittämiseksi erityisesti ajoituksen, muuttuvan tarjonnan ja muuttuvan asiakastarpeen suhteen.



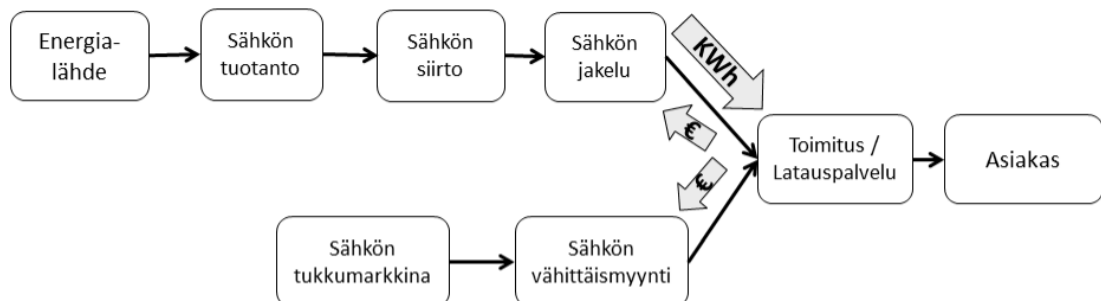
Kuva 3.11. Liiketoimintamalliin vaikuttavat tekijät eli sosio-teknologinen nykytila ja yleisen toimintaympäristön muutokset, teknologisten innovaatioiden jatkumo sekä dominanttien mallien vaihe

4 SÄHKÖAUTON LATAUKSEN MARKKINA-TOIMIJAT

Edellisessä kappaleessa käsiteltiin teknologian ennakoimisen ja liiketoimintamallien teoriaa ja sitä, miten näiden viitekehysten avulla voidaan hahmotella uusia liiketoimintamalleja yleisellä tasolla. Tässä kappaleessa ajatuksia sovelletaan sähköautojen latausliiketoimintaan esittelemällä taustalla oleva arvoketju ja toimijat sekä tuomalla esiin liiketoimintamahdollisuuksia. Luvun pohdintojen tueksi esitetään myöhemmässä luvussa kustannuslaskelmat ja kannattavuusanalyysi sähköautojen lataustoiminnalle.

4.1 Arvoketju

Sähköauton lataustapahtuma alkaa sähköntuotannosta. Sähköverkossa tulee olla tehotasapaino, joka tarkoittaa että sähköä tulee jokaisena ajan hetkenä tuottaa sama määrä kuin sitä kulutetaan. Tästä huolehtii sähköverkon automatiikka. Kuva 4.1. selvittää, miten energia päätyy sähköntuotannosta sähköauton akkuun. Kuvassa ei erittellä yksittäisiä toimijoita tarkemmin, vaan luodaan yleiskuva, mitä osapuolia toiminnan suorittamiseksi tarvitaan. Energia muutetaan generaattoreiden avulla sähköksi, josta se päätyy sähköntuotannosta sähköauton akkuun. Kuvassa ei erittellä yksittäisiä toimijoita tarkemmin, vaan luodaan yleiskuva, mitä osapuolia toiminnan suorittamiseksi tarvitaan. Energia muutetaan generaattoreiden avulla sähköksi, josta se päätyy sähköntuotannosta sähköauton akkuun. Kuvassa ei erittellä yksittäisiä toimijoita tarkemmin, vaan luodaan yleiskuva, mitä osapuolia toiminnan suorittamiseksi tarvitaan.



Kuva 4.1. Sähköauton latauspalvelun arvoketju

Sähkön tuotannolla on fyysinen kerros, jossa energia liikkuu sähköntuottajalta asiakkaalle sähköjohtoja pitkin. Rahavirtojen jakautuminen on todellisuudessa astetta mo-

nimutkaisempaa. Sähkön myyjät joko tuottavat sähköä itse, tai ostavat sitä sähkömarkkinoilta tai suoraan tuottajilta. Sähkön tukkumarkkinoiden sähkö on luonnollisesti peräisin sähköntuotannosta, joten tukkumarkkinoilta tuloja saavat jakavat osan tuloista sähkön tuottajille.

Sähkön tuottajat

Energian tuottajan kannalta edullisinta olisi, jos sähköenergiaa käytettäisiin aina laitoksen optimikapasiteetin verran. Näin energiantuotantokustannukset olisivat minimissään. Aurinko- ja tuulivoiman erityispiirre on, että niiden tuotantoa ei pystytä säätämään, vaan energiaa tuotetaan tietty määrä, joka on myös kulutettava. Itse sähköauton lataus ei ole sähkön tuottajan näkökulmasta poikkeuksellinen tapahtuma, mutta latausmäärien kasvaessa on niiden ajoittamista pohdittava. Tässä suhteessa sähkön tuottajat ja sähköverkkoyhtiöt ovat samankaltaisessa asemassa.

Sähköntarpeen tasoittamiseksi on esitetty useita teoreettisia ratkaisuja, mutta laajemmat kokeet puuttuvat. Jotta todellisia kokeita voidaan suorittaa, tarvitaan riittävä määrä hallittavia kuormia ja yhteinen tiedonvälitys tapa kuormien ohjaamiseksi. Haasteelliseksi tilanteen tekee se, että sähkön tuottajan, myyjän, verkkoyhtiön ja asiakkaan edut saattavat olla ristiriidassa. Lisäksi hyötyjen jakamisen suhde on epäselvä.

Sähkön myyjät

Sähköenergian myynnin katteet ovat matalia, mikä lisää energiamyyjien kiinnostusta uudenlaiseen liiketoimintaan (Palola 2012). Sähköautoilu tarjoaa mahdollisuuden palveluliiketoimintaan, jolloin laskutuksen perustana ei toimi ainoastaan siirretty energiamäärä, vaan asiakkaalle tuotetun palvelun arvo. Parhaimmillaan palvelut tuottavat lisäarvoa sähköauton lataajalle, energiayhtiöllä ja sähköverkkoyhtiölle. Muutos vaatii uudenlaista ajattelua energiayhtiöissä. Toistaiseksi uusien ajatusten perusteleminen on vaikeaa joutuessa liiketoiminta-alueen matalasta arvosta.

Sähköverkkoyhtiöt

Sähköverkkoyhtiöt eivät näe sähköautojen lataamista ongelmana sähköverkkoyhtiön kannalta (Pylvänäinen 2012, Palola 2012). Latauslaitteet ja asemat nähdään normaalina sähköverkon kuormana, jonka tulemiseen varaudutaan ja hyvällä sähköverkon suunnittelulla useimmat ongelmat voidaan välttää. Sähköverkkoyhtiöt eivät kuitenkaan voi ottaa autojen latausliiketoimintaan omaksi alakseen, koska niiden toimintaa säätää sähkömarkkinalaki, joka kieltää sähköverkkoyhtiötä myymästä sähköä. Ongelmaa voidaan osittain kiertää eriyttämällä latauspalvelun myyni kirjanpidollisesti muusta toiminnasta.

Latausasemien yleistymistä voitaisiin vauhdittaa antamalla sähköverkkoyhtiöille oikeudet sisällyttää latausasemat valvontamallin mukaisesti verkkoinvestointeihin. Näin sähköverkkoyhtiöt voisivat omalta osaltaan toimia rakennuttajina ja edistää latausverkon syntymistä.

Latauspisteiden omistajat

Latauspisteiden vähäisen määrän takia on vaikea arvioida, mitä asioita latauspisteiden omistajat haluaisivat. Yksittäiset toimijat ovat alkaneet tarjota sähköautoilijoille hitaan latauksen pisteitä, mutta pääsy useampaan korkeatehoiseen latauspisteeseen on sähköautoilijalle toistaiseksi haave.

Ensimmäiset korkeatehoiset latausasemat on rakennettu yhteistyössä ABC-ketjun, Fortumin ja Nissanin kesken (ABC 2012a). Kokemukset toiminnasta ovat olleet positiivisia. Rakentamiskustannukset ovat olleet odotetun mukaisia, eikä latauspiste ole aiheuttanut muulle liiketoiminnalle haittoja. Syksyn aikana ei ilmennyt teknisiä ongelmia, vaan asema on toiminut toivotusti. Toimipisteen henkilökunta on opastettu latauslaitteiden käyttöön ja ratkaisemaan yksinkertaiset vikatilanteet (ABC 2012b).

Asemalla on päivittäin useampia käyttäjiä, jotka lataavat sähköautojaan. Toistaiseksi asiakkaita ei ole veloitettu latauksesta, vaan palvelua on tarjottu kokeiluhengessä. Latauksen hinnoittelua on pohdittu, mutta lopullisia päätöksiä ei vielä ole tehty. ABC pyrkii yhteistyössä laajentamaan latausverkostoaan ja on sitoutunut vähintään 20 pikalatausaseman rakentamiseen (ABC 2012a).

Laskutusjärjestelmän tuottajat

Sähköautojen latausjärjestelmät ovat vielä kehitysvaiheessa. Tämän hetkinen tilanne sähköön kulutuksen laskuttamisesta on staattinen: asiakas hallinnoi laitteita, jotka ovat hänen sähkömittarinsa piirissä ja maksaa laskut sähköverkkoyhtiölle ja energiayhtiölle käyttämänsä energian perusteella. Sähköön ostaminen väliaikaisesti ei ole teknisesti mahdollista. Sähköautoilijoille tämä tarkoittaa joko sähköön ostamista mielivaltaisilla hinnoilla tai ostamatta jättämistä.

Sähköverkkoyhtiöillä on teknisiä valmiuksia laskutusjärjestelmien tuottamiseen, mutta olemassa oleva järjestelmä perustuu tuntipohjaiseen taseselvitykseen, joka ei sovellu sähköautojen tarpeille. Sähköautojen latauspisteitä varten on luotu avoin kommunikaatio protokolla, Open Charge Point Protocol (OCPP), joka on tarkoitettu latauspisteen ja tukitoimintojen (back office) välille. OCPP mahdollistaa muun muassa tunnistautumisen, varaamisen ja latauksen hallinnan (OCPP 2012).

Suomeen kaavailtu latausoperaattori on yhtenä vaihtoehtona maanlaajuisen latausjärjestelmän mahdollistajana, jonka rooli tulee oletettavasti olemaan nimenomaan tukitoimintojen järjestäjänä. Aiheesta on kerrottu lisää kappaleessa 4.5.

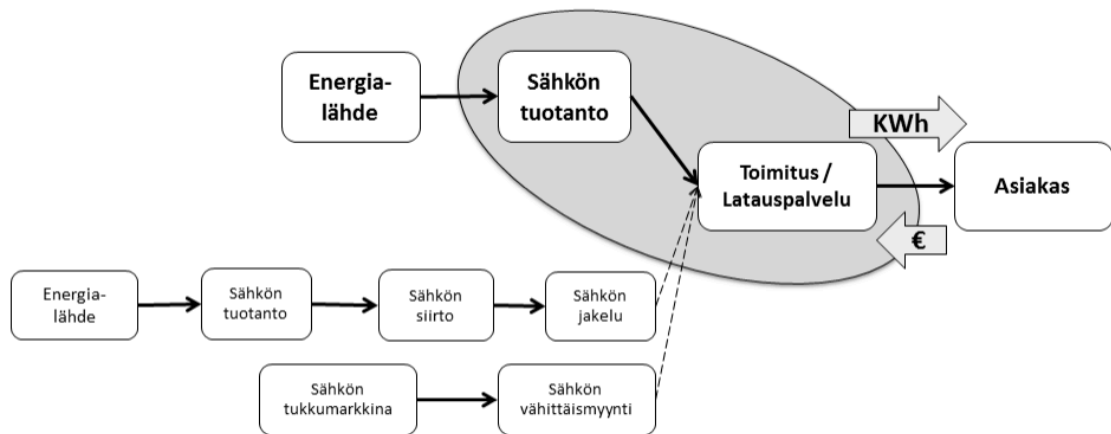
Asiakkaat

Asiakkaan kannalta oleellista olisi saada mahdollisimman laaja latausverkko käyttöön. Latauslaitteiden on oltava yhteensopivia asiakkaan ajoneuvon latauslaitteen kanssa. Parasta olisi, jos tarjolla olisi yksi lähde, jonka kautta latauspalvelu voitaisiin ostaa missä hyvänsä, eikä asiakkaan omalla vastuulla olisi erinäisten sähkösopimusten tekeminen useiden toimijoiden kanssa. Tämän hetken tilanne on se, että sähköön väliaikainen ostaminen on tuntematon käsite, eikä sitä osata hinnoitella tai tarjota asiakkaille.

Taksiautoilija Seppo Rosvall ajoi kokeeksi Nissan Leaf autolla Suomesta Saksan läpi Italiaan ja kirjasi kokemuksiaan matkalta (Rosvall 2012). Yhteenvedona voidaan todeta jo esille tulleet asiat: latausjärjestelmä puuttuu, palvelut sen ympärillä ovat olemattomia, sähkön ostaminen on sattumankauppaa ja autojen akut eivät ole hyviä pitkien matkojen kulkemiseen.

4.2 Tulevaisuuden arvoketju

Tulevaisuuden visiot sähköverkosta ja sähkön tuotannosta perustuvat hajautettujen resurssien hyödyntämiseen ja paikalliseen tuotantoon. Tämä tarkoittaa sähkön arvoketjun muutosta aikaisempaa lyhyemmäksi. Energianlähde voi olla ilmainen ja tuottajalle kustannuksia aiheuttavat vain laitteiston hankinta ja ylläpito. Sähkön tuotannosta, toimituksesta ja myynnistä vastaa yksi toimija, kuten esitetty kuvassa 4.2. Tämä toimija suorittaa ovaalin sisällä olevat toiminnot ja perinteinen sähköverkko on varmistamassa toiminnan.



Kuva 4.2. Sähkön arvoketju paikallisessa tuotannossa

Kuvatun kaltainen arvoketjun muutos tulee muuttamaan sähkömyynnin ja -jakelun toimialaa. Mikäli asiakastarve keskitetylle energiantuotannolle vähenee, on sähköverkkoyhtiöiden ja energiayhtiöiden tarve uusille liiketoimintamalleille ilmeinen.

4.3 Latausinfrastruktuurin kehittyminen

Sähköverkolla on useita etuja verrattuna polttonesteiden jakeluverkkoon. Sähköverkko on levinnyt laajasti ympäri maan ja laajentaminen onnistuu yksinkertaisesti. Polttonesteistä varten tarvittavien mittarikenttien rakentaminen vaatii suuret investoinnit ja ympäristöluvat, kun taas sähköliittymän voi perustaa lähes minne vain. Sähköauton latausta suunniteltaessa ei tule verrata sähköautoja ja polttomoottoriautoja siten, että niiden käyttö olisi toisiaan vastaavaa. Sähköautojen latauspisteet on sijoitettava sinne, missä sähköautoilijat niitä tarvitsevat. Tämä kuulostaa itsestään selvältä, mutta ratkaiseva sana on nimenomaan ”sähköautoilija” eikä ”autoilija”. Samalla on huomioitava latausaseman

ominaisuudet esimerkiksi latauksen keston suhteen, eikä vain todeta sähköauton latauspisteen sopivan bensa-asemalle erinomaisesti. TEKESin EVE hanke pyrkii osittain keräämään dataa, jota voitaisiin hyödyntää latausinfrastruktuurin suunnittelussa, kun tiedetään missä alueilla sähköautot liikkuvat ja millaisia niiden lataustarpeet todellisuudessa ovat.

Olemassa olevia autojen lämmitystolppia voidaan hyödyntää matalatehoisissa latauksissa suoraan, niin kauan kun autojen lukumäärä on maltillinen. Muutoksia tarvitaan lähinnä tulevien latauskenttien suunnittelussa, jotta korkeammat tehotarpeet osataan huomioida.

Omakotitalot on varustettu vähintään 3x25 A sulakkeilla ja syöttökaapeleiden tehonkestit ylittävät useimmiten 3x80 A (esim. Draka AMCMK-HD 3x25/16 AN 1 kV kuormitettavuus on yli 83A), joten sulakkeiden suurentaminen onnistuisi asiakkaan pyynnöstä. Rajoittavaksi tekijäksi nousevat jakelumuuntajien kapasiteetit ja mahdollisesti keskijänniteverkon ominaisuudet. Kerrostaloihin tulevien syöttökaapelien mitoitukset tehdään tarkemmin johtuen kaapelin korkeasta hinnasta, johtuen kaapelin korkeasta hinnasta, eikä kaapelia haluta ylivoimaisesti tarpeettomasti. Siitä johtuen kerrostaloalueilla laajamittaisen latauksen suunnittelu tulee vaatimaan erilaista lähestymistä asiaan.

Mihin latauspisteet tulisi sijoitella? Helpoin vastaus on tietysti, että sinne missä sähköautoja on paljon, mutta se ei varsinaisesti ole oikein. Tämän hetken käyttäjämäärillä, millään alueella ei ole riittävän suurta, yleistä asiakaspotentiaalia. Lisäksi, asiakkaat eivät tarvitse julkisia latauspisteitä kotiensä lähellä, vaan niillä alueilla, joissa he liikkuvat paljon ja joissa lataaminen on vaikeaa. Kun pohditaan, missä asiakastarpeet tulevat olemaan jatkossa, tarvitaan hieman ennustamista. Filippo Simini (Simini et al. 2012) esitti muutto- ja liikkumisteorian, jonka avulla voidaan hahmotella tulevaa sähköautojen liikennevirtaa. Sähköautojen lataustarve ei keskity pelkästään suurimpiin kaupunkeihin. Tarkat vastaukset eivät kuulu tämän työn piiriin ja niitä joudutaan jatkossa pohtimaan erillään.

Latausasemien rakentaminen on Suomessa lähtenyt käyntiin hyvää vauhtia, jopa odotettua paremmin (Korkiakoski 2012). Toiveissa siis on, että sähköautoilijoita varten voidaan luoda järjestelmä, joka on valmiina ja testattuna kun laajempi tarve ilmenee.

4.4 Latauspalveluiden kehittyminen

Sähköauton latauspalvelun vaihtoehtojen kirjo on huima. Sähköautoa voidaan ladata usealla eri tekniikalla aina kodin pistorasiasta langattomaan lataukseen, eikä yksimielisyyttä tunnu löytyvän helposti. Lataukseen käytetään erilaisia tehoja, käyttäjät joko tunnistetaan tai ollaan tunnistamatta ja maksamisen kanssa etsitään oikeita ratkaisuja. Elämme murrosvaiheessa, jossa oikeita vastauksia ei ole. On vain erilaisia vaihtoehtoja, joista jokaisella on vahvuutensa ja heikkoutensa.

Sähköautojen liiketoimintamallilla on ns. häijyn ongelman piirteitä. Häijy ongelma on ongelma, johon ei ole oikeaa vastausta, ratkaisun parantaminen ei lopu johonkin tu-

lokseen ja keinot todeta oikeassa oleminen puuttuvat (Ritchey 2011). Toisaalta erilaisia palvelumalleja voidaan testata ja näin lähestyä tehokasta toimintatapaa. Kokeilemisesta ja iteroinnista on puhuttu myös kappaleessa ”Uuden liiketoiminnan kehittäminen”. Fritz Zwicky kehitti metodin monimutkaisten päätöstilanteiden hallitsemiseen. Hän kutsui tätä tapaa morfologiseksi analyysiksi (Zwicky et al. 1967). Morfologisessa analyysissä vaihtoehdot ryhmitellään poissulkevuuden mukaan ja jäljelle jää tietty ”hyvien” ratkaisuiden joukko. Sähköautoilun kenttään tätä on soveltanut Fabian Kley, joka esitteli sähköautoilulle liiketoimintamallivaihtoehtoja (Kley 2011).

Kuvassa 4.1 on esiteltynä sähköautojen latausliiketoimintaan liittyvät vaihtoehdot morfologisessa laatikossa. Tarjolla on vaihtoehtojen kirjo, joista toimijat voivat etsiä omille asiakkailleen sopivimman ratkaisun. Osa valinnoista sulkee pois toisia mahdollisuuksia, esimerkiksi tunnistautumisen puuttuessa laskutusta on vaikea suorittaa. Osa valinnoista taas aiheuttaa tehottomia ratkaisuja, kuten DC-latauksen ja matalan tehon yhdistelmä, jossa kallis latausasema tuottaa asiakkaalle hitaan latauksen ja sitä kautta heikon palvelukokemuksen. Vasemmalla olevat laatikot edustavat teknisesti helpointa ratkaisua, mutta asiakkaille tarjottava palvelutaso on matala. Oikealle mentäessä kompleksisuus kasvaa, mutta samalla asiakasarvo on huomattavasti suurempi.

Tekniikka	1-vaihe <i>Mode 1</i>	1-/3-vaihe <i>Mode 2</i>	Sähköauton latauslaitteet <i>Mode 3</i>	DC lataus <i>Mode 4</i>	Erilaiset yhdistelmät	Langaton lataus
Teho	Matala Teho <3,7 kW	Keskiteho 3,7-22 kW	Korkeateho 22-50 kW	Suurteho >50 kW		
Tunnistautu- minen	Ei tunnistautumista, kaikille vapaa	Yksityinen piste, rajattu pääsy	Käyttäjakohtainen			
Maksaminen	Ei maksua	Kiinteä laskutus	Maksu muun ostoksen yhteydessä	Kertamaksu	Käyttöperusteinen laskutus	
Palvelun tarjoaja	Henkilökohtainen omistus	Yksittäiset toimijat	Kansallinen toimija	Kansainvälinen toimija		
Muut palvelut	Ei muita palveluita	Latauksen hallinta	Takaisinsyöttö omaan käyttöön (V2H)	Verkkoon syöttö (V2G)	Ohjattava energiavarasto	
<div>Kompleksisuus kasvaa Palvelutaso kasvaa</div>						

Kuva 4.3. Erilaisia palvelumalleja sähköauton lataukseen

Tekniikka tarkoittaa latausaseman ja auton liittämistekniikkaa, johon liittyvät sekä sähköverkon, latauslaitteen että auton tekniset ratkaisut. Sähkövoimajärjestelmämme on

kolmivaiheinen vaihtosähköjärjestelmä, josta yhden vaiheen erottaminen on helppoa. Yksivaiheisia liityntäpisteitä on joka kiinteistössä useita ja niihin liittyvät liitinratkaisut ovat olleet standardoituja jo pitkään. Sähköautoihin liittyvät ratkaisut ovat vielä kehitystilassa ja lisäksi kalliita. Latausasemien ja niihin sopivien pistokkeiden löytäminen on suhteellisen vaikeaa. DC-lataus on pääosin kehitteillä ja langattomat latauslaitteet vasta prototyyppivaiheessa. Palvelun tarjoajalle liikkuminen tekniikka rivillä kohti oikeaa reunaa lisää teknisiä haasteita. Toisaalta asiakkaan kannalta mieluisinta olisi varmasti liittyminen langattomaan latausverkkoon, joka olisi kaikkialla yhteensopiva. Tällöin käyttäjän ei tarvitsisi koskaan ladata autoaan, vaan akku latautuisi joko tietyillä alueilla pysähdyessä tai jopa ajon aikana.

Tehojen kasvattaminen yli 3,7 kW (1-vaihe) tai 11 kW (3-vaihe) vaatii yli 16 ampeerin sulakkeita, joihin kytketään ainoastaan latauslaite eikä muita kuormia. Lisäksi tehojen kasvaessa selkeästi isommiksi (yli 50 kW) joudutaan pohtimaan paikallisen sähköverkon tilannetta, joten asemia ei välttämättä voida sijoitella täysin toiveiden mukaisesti, ainakaan ilman suurempia investointeja. Asiakkaalle suuri latausteho olisi selkeä etu, joka lyhentäisi lataustapahtuman kestoa.

Tunnistautuminen ja maksaminen liittyvät toisiinsa kiinteästi. Yksinkertaisimmassa tapauksessa käyttäjää ei tarvitse tunnistaa eikä palvelusta tai energiasta laskuteta asiakasta. Vaikka ajatus kuulostaa kummalliselta, on tällainen käytäntö melko yleinen. Sähköenergian halpa hinta ja sähköautojen vähyys aiheuttavat sen, että kustannukset ovat tarjoajalle matalat ja latausaseman tuomat epäsuorat hyödyt ovat suuremmassa asemassa tarjoajalle. Mikäli sähköautojen lataaminen yleistyy ja siirrettävät energiamäärät kasvavat, on kyettävä luomaan yhteisiä standardeja. Tunnistautumisen vaihtoehtoina on esimerkiksi pin-koodi, tekstiviesti, avain latausasemaan ja RFID/NFC-tagit. Maksuttomuuden jälkeen käyttäjiä voidaan laskuttaa esimerkiksi kuukausittain, muiden ostoksien yhteydessä, kertamaksuna latauskerran tai –ajan perusteella tai käyttöperusteisesti eli kulutetun energian ja ajan mukaan. Jälleen liikuttaessa kuvan 4.4 tasoilla kohti oikeaa reunaa tekniset haasteet kasvavat ja asiakkaalle tuotettavan palvelun arvo kasvaa. Poikkeuksena on maksaminen: asiakkaalle arvokkain palvelu olisi maksuttomuus, mutta pitkäaikaisessa ja laajassa toiminnassa sähköautoihin ladattua energiaa tuskin voidaan jättää laskuttamatta.

Latauspalvelun tarjoaja voi sähköautoilijalle olla joko ulkopuolinen toimija tai sähköautoilija itse haluamassaan kohteessa. Sähköautojen tapauksessa on vielä pitkä tie kuljettavana, että toimijoiden verkko yhdistyisi kansainväliseksi verkostoksi, joka mahdollistaisi sähköauton käytön esimerkiksi koko Euroopan alueella.

Sähköautojen lataukseen liittyvistä muista palveluista on keskusteltu lyhyesti luvussa 2.6, jossa on selvitetty laajamittaisen latauksen vaikutuksia sähköverkkoon. Tulevaisuuden ajatukset sähköautojen akkujen käytöstä paikallisesti hallittavina kuormina sähköverkolle ja energiavarastoina sekä varavoiman lähteinä mahdollistavat uudenlaisia lisäarvopalveluja sähköautoilijoille. Uusiutuvien energiamuotojen aiheuttamat tuotantovaihtelut voitaisiin ainakin osittain tasata sähköautojen akuilla ja vikatilanteissa tarjota sähköä sitä tarvitseville. Palveluiden toteuttaminen vaatii yhteistä tahtoa, selkeitä stan-

dardeja, poliittista ohjausta, tietojärjestelmien kehittämistä ja taloudellisia motiiveja ennen kuin niiden toteutus on mahdollista.

Kuvan 4.4 perusteella on helppo hahmotella sekä helpoin että vaikein tällä hetkellä ajateltava lataustapa. Helppo tapa toteutukselle on tarjota alle 3,7 kW:n 1-vaiheinen latauspiste ilmaiseksi kaikkein käyttöön. Autojen lämmitystolpat täyttävät Suomessa mainitun palvelun melko tehokkaasti, mutta palvelutaso sähköautoilijalle on melko matala. Toisessa äärilaidassa on langattomasti toteutettu lataus, tarvittaessa suurella teholla, jossa käyttäjät tunnistetaan automaattisesti ja heitä laskutetaan vain energian käytön perusteella. Autoilija voi ajaa kaikissa maissa ja hänen akkuaan ja varaustilaansa hallitaan automaattisesti. Häden hetkellä autoilija voi tarjota sähköään tarvitseville ja saada siitä korvauksen, joka mahdollisesti kattaa hänen oman energiakustannuksensa ja ajaminen on ilmaista.

4.5 Kansallinen latausoperaattori

Suomeen on suunnitteilla maanlaajuinen sähköautojen latausoperaattori, jonka toimintaan on sitoutunut yli 30 suomalaista energia-alan yhtiötä (Pöyry 2012). Latausoperaattorille on asetettu seuraavanlaisia tavoitteita:

- Luoda kattava latausjärjestelmä, joka palvelee sähköautoilijoita ja mahdollistaa sähköautojen laajan käytön Suomessa
- Tuottaa latausjärjestelmä kustannustehokkaasti
- Toimia maailmanlaajuisena edelläkävijänä

Latausoperaattori ei nimestään huolimatta pyri omistamaan latauspisteitä, vaan tarjoamaan tietojärjestelmän, johon latauspisteiden omistajat voisivat liittyä ja sen avulla tarjota palveluaan kaikille latausoperaattorin asiakkaille. Latausoperaattori mahdollistaa sähköauton käyttäjälle pääsyn laajempaan latausverkostoon ja aseman omistajille suuremman potentiaalisen asiakaskunnan. Latausoperaattori ei kuitenkaan ratkaise omistamisen ongelmaa – kuka haluaa investoida latausasemaan, mitä kustannuksia se aiheuttaa ja mitä tuottoja voidaan odottaa? Ennen kuin näihin kysymyksiin saadaan vastauksia, ei latausasemien rakentaminen tule olemaan houkuttelevaa. Mikäli toiminta ei ole taloudellisesti houkuttelevaa, tulee se jäämään pienimuotoiseksi kokeilutoiminnaksi.

Seuraavassa luvussa pyritään esittelemään kysymyksiä ja vastauksia liittyen yksittäisten latausasemien teknisiin ja taloudellisiin tekijöihin.

5 SÄHKÖAUTOJEN LATAUSASEMAN LIIKE-TOIMINTA-ANALYYSI

Tämä kappale esittelee yksittäisiä latauspisteitä koskevia teknisiä ratkaisuja ja erityisesti kustannusten sekä tulojen muodostumista. Laskelmien perusteella arvioidaan latausaseman taloudellista kannattavuutta sekä latausliiketoimintaan liittyviä riskejä ja niiden hallintaa. Oletettu tilanne on täysin hypoteettinen, eikä perustu olemassa olevan toimijan analysointiin. Kappaleessa esitetyt luvut ovat mahdollisimman realistisia ja niiden tueksi on saatu kustannusarviot alojen asiantuntijoita haastatteleamalla.

5.1 Taustaa

Tieliikennekäytössä Suomessa oli vuoden lopussa ainoastaan noin 200 sähköajoneuvoa. Määrä on kasvussa, mutta suurta automäärää joudutaan vielä odottelemaan. Latauspisteiden suhteen tilanne on lähes samanlainen – julkisia latauspisteitä ei ole paljon tarjolla ja niiden tavoitettavuus on heikko, vaikka rakentaminen onkin lähtenyt kohtuullisesti käyntiin. Valveutunut sähköajoneuvon omistaja pystyy löytämään tietyillä alueilla latauspisteitä, mutta tilanne ei toistaiseksi ole käyttäjän kannalta helppo. Sekä ennustukset sähköautojen myyntimääristä että esimerkit toteutuneista hankinnoista muissa maissa osoittavat, että sähköautojen määrä on kasvamassa.

Sähköautojen hitaan yleistymisen syiksi mainitaan kolme tekijää (Hidrue et al. 2012, Ebgue ja Long 2012):

- Korkea hinta
- Lyhyt toimintasäde
- Latausjärjestelmän puute

Korkeaan hintaan ja latausjärjestelmän puutteeseen voidaan vastata nopeasti taloudellisilla päätöksillä. Autojen hankintaa voidaan tukea antamalla sähköautoille erityisalennuksia. Tällainen järjestelmä on käytössä esimerkiksi Suomessa Tekesin EVE-ohjelmaan kuuluvilla yrityksillä, mutta se ei koske kaikkia sähköauton ostajia eikä näin ollen ole saatavilla kuluttajille. Suorat tuet tai palautukset kuluttajille olisi otettava vaihtoehdoksi nykyiselle monimutkaiselle tukijärjestelmälle.

Latausjärjestelmän puute on ratkaistavissa joko yksittäisten toimijoiden suorittamana tai valtion tukemana. Tekes ja Työ- ja elinkeinoministeriö ovat ottaneet roolin tukea latausjärjestelmän rakentamista. Vaikutusten näkymistä joudutaan vielä odottamaan, vaikka rakentaminen on jo käynnissä. Latausjärjestelmään ja latausliiketoimintaan liit-

tyvän tiedon puute hidastaa hankintoja, koska selkeää liiketoimintamallia ei ole voitu osoittaa.

Lyhyeen toimintamatkaan ei voida omilla toimilla juuri vaikuttaa, koska akkutekniikan kehittyminen on riippuvainen autovalmistajista, tutkimuksen edistymisestä ja yleisestä tekniikan kehityksestä. Toimintamatka ei muodostu ongelmaksi asiakassegmenteillä, joissa liikkumistarve koskee lyhyitä matkoja, tai jos tarjolla on tehokas ja kattava latausjärjestelmä.

Latausjärjestelmää suunniteltaessa on huomioitava, että tulevien latausasemien tehtävänä ei ole pyrkiä samanlaiseen verkostoon kuin mitä polttoaineasemista muodostuu, vaan palvelemaan sähköauton erityisiä tarpeita ja samalla hyödyntää sähkönjakeluverkon tarjoamat mahdollisuudet verrattuna polttonesteiden jakeluun. Nykyinen polttoainejakelujärjestelmä perustuu keskitettyihin jakelupisteisiin, jotka ovat kustannustehokas ratkaisu jakelupisteiden korkean hinnan tähden. Sähköverkon kannalta keskittäminen ei kuitenkaan ole optimaalinen vaihtoehto, vaan se johtaa tilanteeseen, jossa sähköverkkoa joudutaan paikallisesti vahvistamaan. Tämä puolestaan vaatii lisäinvestointeja, erityisesti, jos jakeluverkkoon joudutaan rakentamaan uusia keskijänniteyhteyksiä. Yksittäiset, hajautetusti sijoitetut ja matalampitehoiset latauspisteet pystytään rakentamaan olemassa olevan pienjänniteverkon mitoituksien mukaisesti, mikä pienentää sähköverkkoon liittyviä investointeja.

Latausasemista muodostuvan latausverkoston rakentaminen vaatisi alkuvaiheessa enemmän investointeja. Yhden latauspisteen investointikustannukset vaihtelevat 500 ja 50 000 €:n välillä. Asiakasmäärät ovat tällä hetkellä pieniä ja tulevia asiakasmääriä on vaikea ennustaa. Olennaista olisi ymmärtää kustannuksien laatu (kiinteät ja muuttuvat) sekä niiden suhtautuminen kannattavuuteen.

Case-tutkimus pyrkii vastaamaan yllä mainittuihin ongelmiin esittämällä laskelmia ja ratkaisuvaihtoehtoja, joiden avulla toimijoiden riskejä pystyttäisiin hallitsemaan, sekä esittelemään toimivia liiketoimintamalleja.

5.2 Asiakaskapasiteetti ja tehotarve

Korkeatehoinen lataus 2x50 kW (DC)

DC-latausaseman teoreettinen kapasiteetti 2x50 kW latausteholla on neljä autoa tunnissa lataustarpeen ollessa 20 kWh. Yhteen lataustapahtumaan kuluu aikaa 20 - 35 minuuttia. Aseman todellinen käyttöaste määräytyy asiakkaiden tarpeiden mukaan. Tarve korkeatehoiselle lataukselle painottuu aktiivisimpiin liikkumishetkiin, eli aamuun, keskipäivään ja työpäivän jälkeiseen aikaan. Joinain hetkinä latausasema ei pysty palvelemaan kaikkia asiakkaita, kun taas yöaikaan asiakkaita on huomattavasti vähemmän. Laskelmia varten on oletettu, että DC-latausasema pystyisi palvelemaan noin 15:ta asiakasta vuorokauden aikana latauspistoketta kohden eli yhteensä 30 lataustapahtumaa päivässä. Aseman kapasiteetin käyttöaste olisi näin ollen 15 %. Tulevia laskelmia varten tämä on pyöristetty 10 000:n lataustapahtumaan vuodessa.

Sähköliittymän teho tulee valita latausaseman tehotarpeen mukaan. Mikäli asiakkailla luvataan 2x50 kW:n latausteho, tarvitaan hieman korkeampitehoinen sähköliittymä. Laskelmia varten on sähköliittymän tehoksi valittu 120 kW (vaihtoehtoisesti 3x160A), joka on sopivasti ylimitoitettu, kun huomioidaan myös laturissa aiheutuvat häviöt. Tällainen sähköliittymä voidaan vielä mahdollisesti sijoittaa pienjänniteverkkoon, mikä säästää kustannuksia huomattavasti rakentamisen osalta. Teho vasta karkeasti kymmenen omakotitalon tehoa, joten aseman sijoittelu täytyy tehdä harkiten. Keski-jänniteverkkoon liityttäessä tulee liittymän tilaajan rakentaa muuntamo, joka vaatii sekä tilaa että laiteinvestointeja. Pienjänniteverkossa pysyminen ja tarvittaessa tehotarpeen rajoittaminen ovat siis latausaseman rakentajalle parempi vaihtoehto.

Keskitehoinen latausasema 2x22 kW (AC)

Jatkuvalla käytöllä 2x22 kW:n latausasema pystyisi suorittamaan vuorokaudessa 48 latausta. Yhden täyden latauksen kesto on noin 1-1,5 tuntia. Keskitehoisen latausaseman käyttökohde on erityisesti keskipitkän pysäköinnin yhteydessä parkkitaloissa, ostoskeskuksissa ja asiointikeskuksissa. Kun huomioidaan asiakkaiden pysäköintiajat ja latauspisteiden varaustilanne voidaan arvioida, että kaksipaikkainen asema saa tarjottua 15 latausta päivässä, joka pyöristetään varovaisesti 5000 lataukseen vuodessa. Kapasiteetin käyttöasteena tämä tarkoittaa 30 prosenttia. Lataustarve on arvioitu olevan 15 kWh, mikä on hieman matalampi kuin pikalatauksen yhteydessä. Perusteena tälle on kokemus, että mitä tyhjempi akku, sitä nopeampaa latausta kaivataan.

Keskitehoisessa lataamisessa tehontarve kahden yhtäaikaisen latauksen osalta on maksimissaan 44 kW tai 3x63A. Kun otetaan huomioon laturin häviöt, on sähköliittymä mitoitettava vähintään 50 kW:iin tai 3x80A:iin.

Matalatehoinen latausasema <3,7 kW

Matalatehoinen lataus on poikkeava aikaisemmista tapauksista, koska olemassa oleviin sähköliittymiin ei tarvitse pääsääntöisesti tehdä muutoksia, vaan olemassa olevia rakenteita voidaan hyödyntää ottamalla käyttöön lämmityspistokkeet ja normaalit sähkörsiat. Tästä seuraa huomattavasti matalammat kustannukset suhteessa muihin latausratkaisuihin, koska tarvittava laitteisto on selkeästi edullisempi.

Matalatehoisessa latauksessa asiakas asettaa latauskaapelin ajoneuvoonsa pitkäksi aikaa, jolloin latauspaikka on varattuna. Asiakkaita ei siis voida palvella yhdellä latausjohdolla kuin yksi, tai maksimissaan kaksi, päivässä. Ongelmaa voidaan vähentää asentamalla sellaisia latauslaitteita, joissa on useampi johto ja olemassa oleva vuorottelulogiikka. Tällöin auton omistajalla ei ole tarvetta siirtää autoaan latauksen valmistuttua, vaan automatiikka vuorottelee sähkönsyötön useammalle tarvitsijalle pidemmällä aikavälillä. Asiakas saa edelleen akkuunsa riittävästi latausta useamman tunnin jakson aikana. Latausteho ei ole siis hitaassa latauksessa oleellinen asia, vaan se että auto on paikallaan pitkän ajan.

5.3 Kustannukset

Latausjärjestelmän kokonaiskustannukset C_{tot} muodostuvat seuraavasti:

$$C_{tot} = C_i + C_f + C_v + C_r, \text{ jossa}$$

C_i = latausaseman investointikustannukset

C_f = latausaseman kiinteät kustannukset

C_v = latausaseman muuttuvat kustannukset ja

C_r = latausaseman purkukustannukset

Investointikustannuksia ovat latauslaitteiden hankinta, sähköliittymän avaamis- ja rakentamiskustannukset ja muut asennustyöt. Kiinteät kustannukset muodostuvat sähköverkkoliittymän perusmaksusta (kuukausimaksu), mahdollisista tilavuokrista, huollosta ja tarvittavista palveluista. Muuttuvia kustannuksia ovat energia- ja sähkönsiirtomaksut ja mahdolliset laskutuskustannukset. Latausaseman purkukustannuksia ei ole otettu huomioon, koska niiden merkitys on pieni. Isommankin latausaseman purkamisen kustannukset ovat arviolta muutaman miestyöpäivän hinta, sillä niihin ei liity sähköasentajan käymisen lisäksi muita erityisvaatimuksia. Taulukoissa esitetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia.

Laskelmissa sähköön ostohinta ei muutu ostomäärien mukaan, vaan sen on ajateltu seuraavan normaalia sähköpörssin ohjaamaa myyntihintaa. Sähköön siirtokustannus vaihtelee liittymätyypin ja tehotarpeen mukaan välillä 3-5 senttiä/kWh.

Korkeatehoisen DC-latausaseman kustannukset

Korkeatehoisen DC latausaseman hankintakustannus on 15 000 – 40 000 euroa pienemmissä erissä tilattuna (ABB 2012, CirCar Life 2012, NissanQC 2012). Suurien volyymeiden tilauksissa hinnat ovat selkeästi edullisempia. Latausaseman investointikustannukset nousevat kokonaisuudessaan 30 000 – 60 000 euroon kun huomioidaan latausaseman hankinta, asennus ja sähköliittymän perustamiskustannukset. Sähköverkko-liittymän hankinnasta johtuvia kustannuksia on arvioitu jakeluverkkoyhtiöiden hinnastojen mukaan (Liite 1). Vuosittaisia kiinteitä kustannuksia ovat verkkopalvelun kuukausimaksut, huolto- ja ylläpitomaksut. Latausaseman perustamiskustannukset vaihtelevat maatöiden vaativuuden ja kaupunkien vaatimusten takia. Joissain kaupungeissa latausasemille on erityisvaatimuksia ulkonäön ja turvallisuuden suhteen, jotka nostavat kustannuksia.

Korkeatehoisen latausaseman sähköön siirtokustannukset ovat matalammat, silloin kun käytössä on tehopohjainen liittyminen.

Taulukko 5.1. *Arvio korkeatehoisen latausaseman kustannuksista*

Investointikustannukset	Hankintahinta	15000 – 40000 €
	Uusi sähköliittymä	6000 – 13000 €
	Latausaseman perustaminen	1500 – 6000 €
Kiinteät kustannukset	Verkkopalvelun perusmaksu	3000 – 5300 € / v
	Muut kustannukset	1500 € / v
Muuttuvat kustannukset	Sähkön ostohinta	5 senttiä / kWh
	Sähkön siirtohint	3 senttiä / kWh

Keskitehoisen latausaseman kustannukset

Keskitehoisen (2x22 kW) latausaseman hankintahinta on arviolta 2000 – 4000 €, joka on huomattavasti DC-asemaa vähemmän. Tämä johtuu yksinkertaisemmasta tekniikasta ja edullisemmista komponenteista. Uuden sähköliittymän rakentamiskustannukset ovat pienemmät, koska tarvittava teho on matalampi ja sähköverkkoon liittyvät kustannukset pienempiä. Sähköliittymän perusmaksu on samaa luokkaa kuin DC-aseman tapauksessa, kuten myös sähkön siirtohint.

Taulukko 5.2. *Arvio keskitehoisen latausaseman kustannuksista*

Investointikustannukset	Hankintahinta	2000 - 4000 €
	Uusi sähköliittymä	3500 – 6000 €
	Latausaseman perustaminen	500 - 2000 €
Kiinteät kustannukset	Verkkopalvelun perusmaksu	3000 - 5000 € / v
	Muut kustannukset	600 € / v
Muuttuvat kustannukset	Sähkön ostohinta	5 senttiä / kWh
	Sähkön siirtohint	3 senttiä / kWh

Matalatehoisen latausaseman kustannukset

Sähköauton hitaan latauksen laitteistojen hinnat vaihtelevat 500 euron molemmin puolin riippuen toimittajasta ja siitä, onko laitteessa erityisiä ominaisuuksia vai pelkästään schuko-liittimet. Erillisillä kilowattituntimittareilla tai ohjausmahdollisuuksilla varustetut tolpat ovat luonnollisesti kalliimpia. Sähköliittymän hankinnalle ei ole laskettu hintaa, vaan oletetaan että liittymä on jo olemassa. Perustamiskustannukset vaihtelevat sen mukaan, onko kyseessä yksinkertainen seinäasennus vai maahan asennettava, erikseen johdotettava latauspiste. Vuosittaisia kustannuksia ovat hitaassa latauksessa vain huolto- ja ylläpitomaksut, kun verkkopalvelunmaksun lasketaan kuuluvan jo olemassa olevaan liittymään.

Sähkön siirtohint on sulakepohjaisissa liittymissä selkeästi aikaisempia tapauksia korkeampi eli noin 4,5 senttiä/kWh.

Taulukko 5.3. *Arvio matalatehoisen latausaseman kustannuksista*

Investointikustannukset	Hankintahinta	300 - 700 €
	Uusi sähköliittymä	0 €
	Latausaseman perustaminen	200 - 1500 €
Kiinteät kustannukset	Verkkopalvelun perusmaksu	0 € / v
	Muut kustannukset	200 € / v
Muuttuvat kustannukset	Sähkön ostohinta	5 senttiä / kWh
	Sähkön siirtohint	4,5 senttiä / kWh

Liittymätyypin valinta

Taulukossa 5.4 on vertailtu kustannuksia sulakepohjaisen ja tehoon perustuvan sähköliittymän kustannuksia käyttäen esimerkkinä Tampereen sähkölaitoksen hintoja.

Taulukko 5.4. *Keskitehoisen latausaseman sähköliittymän kustannukset*

	Tampereen Sähkölaitos
Yleissiirto kk maksu	17,47 €/kk
Yleissiirto energiamaksu	44,40 € /MWh
Tehosiirto kk maksu	253,02 €/kk
Tehosiirto energiamaksu	31,90 €/MWh

Sähköliittymän rakentamiskustannukset (7414 €) ovat yhtä suuret, joten se ei muuta vertailua energia- ja teholiittymän välillä. Hintojen perusteella voidaan laskea, että tehohajainen liittymähinnointelu on asiakkaalle edullisempi, kun vuosittainen energian siirtotarve on 18 MWh, joka tarkoittaa 940 lataustapahtumaa (20 kWh per lataus). Tämä ei siis täyty oletettavasti aseman ensimmäisinä vuosina, mutta on toisaalta alle kolmasosa arvioidusta todellisesta kapasiteetista. Edullisinta siis olisi valita sulakepohjainen kunnes vuosittainen energiantarve ylittää 19 MWh.

Asemien kiinteät ja muuttuvat kustannukset

Latausaseman kustannusten mallintamisessa eri luontoiset kustannukset (kerta, kiinteä, muuttuva) on muutettu vuosittaisiksi kustannuksiksi, siten että latausaseman käyttöiäksi on valittu 10 vuotta, laskentakorkokannaksi 5 % ja asiakasmäärä sekä latauksen hinta ovat kirjoittajan omia arvioita tulevasta. Eri latausasemien kustannukset ovat näillä oletuksilla taulukon 5.5 mukaiset, kun on huomioitu 35% investointituki latauslaitteille ja rakentamiskustannuksille.

Taulukko 5.5. Latausasemien kustannukset (tarkemmat laskut liitteessä 2, taulukot 1-4)

	Kiinteät € / v	Muuttuvat senttiä / kWh
DC 2x50 kW	11039,87	0,08
AC 2x22 kW	4424,55	0,08
AC 2x3,7 kW	282,18	9,5

5.4 Hinnoittelu ja tulot

Tuotteen tai palvelun hinnoittelun tulee pitkällä aikavälillä asettua tasolle, joka on sen tuottamisesta syntyviä kustannuksia suurempi, ja toisaalta asiakkaan kokemaa arvoa pienempi. Perusteena hinnan alarajalle on yrityksen toiminnan jatkuvuus ilman jatkuvaa lisärahoitusta. Hinnan yläraja muodostuu asiakkaan kokemasta arvosta, hinnasta jonka jälkeen asiakas kokee kustannuksen olevan hyötyä suurempi ja jättää hankinnan tekemättä. Asiakasarvoa ei voi määritellä yksiselitteisesti, koska se riippuu sekä asiakkaasta että tilanteesta. Oikeansuuntaisia arvioita voidaan esittää perustuen tutkimuksiin, esimerkkeihin ja vertailuihin muista mahdollisuuksista. Hinnoittelutavan valinta on oleellinen osa yrityksen strategiaa. Alla olevassa listassa on esitelty käytetyimpiä hinnoittelumalleja (Kotler 2003, s.472-495):

- Kustannusperusteinen hinnoittelu
- Voittotavoite hinnoittelu
- Kilpailuperusteinen tai markkinaehtoinen hinnoittelu
- Arvoperusteinen hinnoittelu

Kustannusperusteinen hinnoittelu

Yrityksen toiminnasta syntyy aina kustannuksia, jota vastaan on lopulta saatava rahaa tai yritys ei ole toimintakykyinen. Kustannusperusteisessa hinnoittelussa yritys selvittää ensimmäisenä kustannuksensa. Kustannusten päälle lisätään kiinteä rahamäärä tai kateprosentti, joka veloitetaan jokaisen suorituksen kohdalla. Kateprosentin valintaan vaikuttaa yrityksen sisäiset tarpeet.

Esimerkki: Latausaseman kiinteät kustannukset vuosittain ovat 4000 € ja muuttuvat kustannukset 1,2 € per lataus. Asiakkaita käy vuodessa 1000, joten kokonaiskustannukset ovat 5200 €. Latauksen hinnaksi muodostuu $5200 \text{ €} / 1000 = 5,2 \text{ €}$ plus yrityksen kateprosentti 30 %, joten lopullinen hinta asiakkaalle on 6,76 €.

Kustannusperusteinen hinnoittelu on yksinkertainen ja läpinäkyvä hinnoittelutapa. Ongelma sähköautojen latausta suunniteltaessa on matala käyttäjämäärä alussa. Kustannuslaskentaan perustuvalla katetuottohinnoittelulla asiakkailta joudutaan veloittamaan korkeita hintoja, joka ei edistä kysynnän kasvua.

Voittotavoite hinnoittelu

Voittotavoitehinnoittelun periaate on sama kuin kustannusperusteisen hinnoittelun. Yritys selvittää kustannuksensa ja asettaa hinnan sen mukaisesti, mikä vastaa toivottua voittoprosenttia. Tämä on suoraan verrattavissa kateprosentin tai katteen valintaan. Molemmissa hinnoittelu perustuu kustannusten tuntemiseen ja hinnan määräytymiseen sen perusteella, vain laskennan ensimmäinen oletus on erilainen.

Markkinaperusteinen hinnoittelu

Markkinaperusteinen hinnoittelu tarkoittaa hinnan asettamista nykyisen hinnan, kilpaillevan tuotteen tai palvelun hinnan tasolle. Latauspalvelulle ei ole Suomessa tällä hetkellä yhtään vakiintunutta toimijaa, joten vertailua on mahdoton suorittaa maan sisällä. Ulkomailla esimerkkejä on kaikkea ilmaisen ja kertalaskutuksen väliltä, joissa hinta on toistaiseksi ollut epärelevantti tekijä, kun sähköautojen yleistymistä on pyritty tukemaan mm. tarjoamalla latausta sähköautoilijoille. Voidaan todeta, että sähköautojen latauspalveluille ei ole muodostunut markkinahintaa, vaan toimijat joutuvat asettamaan hintansa muilla keinoin. Polttomoottoriautoon vertaaminen on hyödyllistä ja havainnollista, vaikka se ei huomioi sähköauton tuottamia lisäarvoja.

Esimerkki: Bensa-auton kulutus on noin 6 litraa / 100 km ja bensiinin hinta keskimäärin 1,60 € / litra. Sadan kilometrin ajaminen maksaa siis noin $6 \times 1,60 = 9,6$ €. Sähköauton kulutus on 20 kWh / 100 km. Mikäli kyseisen energiamäärän latauspalvelusta halutaan veloittaa sama tai enemmän, on pohdittava tarkkaan miten latauksen arvo on bensiinin tankkausta suurempi.

Arvoperusteinen hinnoittelu

Sähköauto ja polttomoottoriauto asetetaan usein rinnakkain vertailtavaksi. Oleellista kuitenkin on huomioda, että molemmat täyttävät saman tarpeen - ihmisten henkilökohtaisen liikkumisen tarpeen. Tarve-tasolle viemisestä seuraa se, että sähköautoa ei tarvitse välttämättä verrata polttomoottoriautoon kuten autoa ei verrata moottoripyörään – käyttötavat ja tarkoitukset ovat erilaiset. Tämä mahdollistaa sähköauton ja siihen liittyvän lataustarpeen arvolupauksen omaleimaisuuden.

Asiakasarvoa määritettäessä on muistettava, että sähköautoa ostaessa asiakas mieltää ajoneuvonsa energiakustannuksen olevan huomattavasti polttomoottoriautoa pienempi. Jos sähköauton energiakustannus kilometriä kohden lähestyy polttomoottoriauton vastaavaa hintaa, asiakas kokee pettymyksen odotustensa perusteella. Tämä nostaa todennäköisyyttä, että asiakas välttää latauspalvelun ostamista, mikäli kokee hinnoittelun epäoikeudenmukaisena.

Esimerkki: Sähköauton lataaminen kotona maksaa noin 10 senttiä/kWh, mutta latauksen kesto on 6-8 tuntia. Tarjoamalla alle puolen tunnin latauksen, asiakkaalla on mahdollisuus käyttää sähköautoaan pidempiin matkoihin, eikä hän joudu turvautumaan muihin kulkuvälineisiin kuten junaan tai vuokra-autoon.

Näin ollen pikalatauksen hinta voi olla selkeästi korkeampi kilowattituntia kohti, koska se mahdollistaa aivan uudenlaisen käytön autolle. Tämän arvo voi olla 10 € tai 50 €.

Strateginen hinnoittelu

Yrityksen on mahdollista asettaa hintansa siten, että se vastaa asiakkaan toiveisiin ja kasvattaa markkinaosuuttaan tai myyntiään, saavuttaakseen myöhemmin tuloja. Tämä voi tarkoittaa tuotteen myymistä tappiolla alkuvaiheessa, jos näkyvissä on esimerkiksi volyymien kasvaminen tietyn aikavälin sisällä, joka johtaa kustannusten laskemiseen ja tulojen kasvamiseen. Tappiollisen hinnoittelupäätöksen taustalla voi olla muut saavutetut hyödyt, kuten imago-tekijät, mainosarvo, eettinen linjaus, toisen tuotteen tai palvelun subventointi tai houkuttelutuote.

Muut tulonlähteet

Asiakkaan suorittama maksu on tärkeä, mutta ei ainoa tapa luoda yritykselle tuloja. Tuloja voidaan saada esimerkiksi

- mainostamisesta
- lisensoinnista (tietojärjestelmien myynnit, franchising)
- palvelulupauksista (kiinteät sopimukset asiakkaiden kanssa)
- rahan säilyttämisestä (maksaminen etukäteen, josta saadaan pääomaa)
- yhteissopimuksista (kytkeykauppa lounaan kanssa).

Lista ei pääty tähän ja tulojen luomisen mahdollisuuksia on huomattavasti enemmän kuin maksu tavaraa tai palvelua vastaan. Sähköautojen lataukseen liittyy myös valtion väliaikaiset tuet, kaupunkien tuet ympäristöystävällisille hankkeille ja yritysten halu leimautua ympäristöystävällisiin hankkeisiin. Lisää ideoita mahdollisista tulonlähteistä löytyy liitteestä 3, jossa on koottuna latauspalveluiden liiketoimintaa koskevien kahden työpajan tuloksia.

Lopullinen hinnoittelupäätös

Lopullista hinnoittelupäätöstä luotaessa on otettava huomioon kustannukset, tavoitteet, yrityksen strategia, markkinatilanne ja asiakkaan näkemys hinnasta. Hinnan tulee pitkällä aikavälillä ylittää kustannukset ja toisaalta olla koettua asiakasarvoa matalampi. Eri lataustehoilta voidaan tunnistaa periaatteita, joiden mukaan hinnoittelua voidaan suorittaa.

Korkeatehoisen latauksen hinnoittelu tulee perustua mieluummin aikaan kuin siirrettyyn energiamäärään. Perusteena tälle on, että ajoneuvo varaa itselleen tilan, jossa lataus voidaan suorittaa. Tänä aikana muilla ajoneuvoilla ei ole mahdollisuutta aloittaa latausta, joka johtaa mahdollisiin tulonmenetyksiin ja palvelutason alenemiseen. Esimerkkinä auto, joka saa akkunsä täyteen puolen tunnin aikana, mutta pysyy paikallaan vaikkapa kahden tunnin ajan. Samassa ajassa asema olisi voinut palvella neljä asiakasta yhden

asiakkaan sijaan. Aikaperusteinen hinnoittelu ohjaa ajoneuvojen omistajia vapauttamaan latauspaikan muiden asiakkaiden käyttöön oman tarpeen loputtua.

Taulukko 5.6. Korkeatehoisen latauksen hinnoitteluesimerkki (50 kW). Energian hinta on 8 senttiä/kWh (alv 0%) sisältäen sähkönsiirron. Latauksen hinnan perusteena on käytetty esimerkkilaskelmiin valittua 8 € verollista lataushintaa, jossa latauskesto on 30 min ja siirretty energia 25 kWh. Laskelmat eivät huomio pysäköinnin hinnoittelua.

Pysäköintiaika	Energia määrä	Energiakustannus	Latauksen hinta	
			Veroton	verollinen
15 min	13 kWh	1,04 €	3,23 €	4 €
30 min	25 kWh	2,08 €	6,45 €	8 €
45 min	38 kWh	3,12 €	9,68 €	12 €
1 h	50 kWh	4,16 €	12,90 €	16 €
Seuraavat tunnit	50 kWh/h	4,16 €/h	12,90 €/h	16 €/h

Matalatehoisessa latauksessa latauksen ajankohta ja tarkka kesto eivät ole merkityksellisessä asemassa. Asiakkaan kannalta oleellista on, että auton akku on halutussa varaustilassa toivottuun ajankohtaan mennessä. Latausta voidaan ohjata, ja välillä myös katkaista, ilman että asiakkaalle syntyy haittaa. Matalatehoiseen latausasemaan voitaisiin liittää useampia ajoneuvoja yhteen latauspisteeseen yhtäaikaaisesti, joiden latausta hallittaisiin aseman sisäisellä logiikalla ja säädettäisiin ajoneuvokohtainen latausteho ja -jakso.

Johtuen siirretyn energian matalasta arvosta ja latauspalvelun pitkästä kestosta, tulisi hinnoittelumalli pohjautua muihin tekijöihin kuin aikaan, jonka ajoneuvo on kiinnitettyä latausjohtoon. Hinnan valitsemisen perusteina voivat olla pysäköintitilan kustannus tai yksinkertaisesti kertamaksu lataustapahtumasta. Kertamaksun suuruus voi olla verrannollinen siirrettyyn energian määrään tai kiinteä hinnoittelu lataustapahtumalle. Matalatehoisessa latauksessa ei suoritusperusteinen laskutus ole kannattavaa, vaan maksu olisi hyvä suorittaa kuukausittain, pidemmältä ajalta tai muiden ostoksien yhteydessä.

Taulukko 5.7. Matalatehoisen latauksen hinnoitteluesimerkki (3,7 kW). Energian hinta on 9,5 senttiä/kWh (alv 0%) sisältäen sähkönsiirron. Latauksen hinnan perusteena on käytetty esimerkkilaskelmiin valittua 2 € verollista lataushintaa, jossa lataustarve on 7,5 kWh ja latauksen kesto 2-4 tuntia.

Pysäköintiaika	Energia määrä	Energiakustannus	Latauksen hinta	
			Veroton	verollinen
30 min	1,8 kWh	0,17 €/h	0,40 €	0,50 €
1 h	3,7 kWh	0,34 €/h	0,83 €	1,00 €
2 h	7,4 kWh	0,68 €/h	1,61 €	2,00 €
4 h	14,8 kWh	1,40 €/h	3,23 €	4,00 €
Seuraavat tunnit	3,7 kWh/h	0,34 €/h	0,83 €	1,00 €

Asiakkaan omissa tiloissa ja omilla laitteilla suorittamasta lataamisesta laskutus tapahtuu normaalisti energiayhtiöiden kautta. Mikäli asiakkaalle halutaan tarjota lisäpalveluita, niiden liittäminen energiaan on vaikeampaa. Muunlaisia lisäpalveluilta kotona suoritettavalle lataukselle voisivat olla esimerkiksi:

- paremmat latauslaitteet, jotka huolehtivat akun tilasta ja sopivasta latausvirrasta
- edullisimpaan aikaan tapahtuvat lataukset
- muut rahalliset edut asiakkaalle latauksen hallinnan seurauksena
- akun lämpötilan ylläpito
- lisätiedot auton varaustilasta.

Nämä palvelut konkretisoituvat laitteiden ja niihin sisältyvien palveluiden kautta, eivätkä liity suoraan energian hinnoitteluun.

5.5 Tulosbudjetti ja kassavirta

Taulukkojen 5.8-5.10 tulosbudjettien laadintaan on käytetty kappaleen 5.3 (erityisesti taulukko 5.5) ja liitteen 2 kustannusarvioita, ja arvioitu lataustapahtumien määrää sekä hintaa tulevien kymmenen vuoden aikana. Lataustapahtumien määrä ei perustu ennusteisiin sähköautojen määrästä, vaan se pyrkii kuvaamaan yksittäisen latausaseman vuosittaista lataustapahtumien määrää. Veloitukset ja kustannukset on laskettu verottomilla hinnoilla.

Taulukossa 5.8 on korkeatehoisen DC aseman tulosbudjetti. Asiakkaalta latauksesta laskutettava verollinen hinta on 8 € (25kWh, 30 min) ja vuoden 2018 jälkee 9 €. Asiakasmäärän odotetaan kasvavan vuosittain alkaen erittäin maltillisesta 200:sta ja päätyen aseman arvioituun käyttökapasiteetin maksimiin eli 10 000 lataukseen vuodessa. Kustannukset koostuvat aseman kiinteistä kustannuksista (taulukko 5.5) ja energiakustannuksista. Tulorivillä on aseman vuosittainen tulos, joka sisältää aseman rahoituskulut. Lisäksi laskettuna on tuloksien nettonykyarvo ja hinta, jonka asiakas maksaa kilowatti-

tunnista sähköenergiaa. Kilowattitunnin hinnan on tarkoitus havainnollistaa palvelun kustannusta asiakkaalle.

Latausaseman break-even on noin 3000 lataustapahtumaa ja ensimmäinen voitollinen vuosi noin viiden vuoden päästä. On tärkeä korostaa, lataustapahtumien määrä voi koostua esimerkiksi kymmenen sähköautoilijan päivittäisistä latauksista ($10 \times 365 = 3650$), joka yksistään riittää aseman voitolliseen toimintaan!

Toiminnan kumulatiivinen tuotto on positiiviseksi kuuden vuoden jälkeen. Kumulatiivisen tuoton avulla voidaan myös arvioida, miten paljon pääomaa tarvitaan toiminnan pyörittämiseksi. Syvimmillään kumulatiivinen tuotto on yli 27 000 € miinuksella, joka tulee ottaa huomioon rahoituslaskelmissa.

Taulukko 5.8. Korkeatehoisen DC aseman tulosbudjetti

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Lataustapahtumien määrä*	200	400	800	1600	3200	6400	8000	10000	10000	10000
Veloitus*	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
Liikevaihto	1290	2580	5160	10320	20640	46451.6129	58064.516	72580.645	72580.645	72580.645
Kustannukset	11440	11840	12640	14240	17440	23840	27040	31040	31040	31040
Tulos	-10150	-9260	-7480	-3920	3200	22612	31025	41541	41541	41541
Nettonykyarvo	94074									
hinta per kWh	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Kumulatiivinen tuotto	-10150	-19410	-26890	-30809	-27609	-4998	26027	67568	109109	150649

Taulukossa 5.9 on edellisen kaltaiset laskelmat, joissa asiakkaan maksama hinta latauksesta on 5 € (15 kWh, 40 min) ja viiden vuoden jälkeen 6 €. Toiminnan tulos kääntyy voitolliseksi kuuden vuoden jälkeen, break-even latausmäärä on noin 1600 latausta vuodessa ja aseman takaisinmaksuaika 7 vuotta. ($1600 / 365 = 4,4$ ajoneuvoa päivittäin) Merkittävää verrattuna edelliseen on kilowattitunnin korkeampi hinta, vaikka latausteho on matalampi. Tämä selittyy suhteessa korkeammilla kiinteillä kustannuksilla asiakastapahtumaa kohden, koska DC-aseman kapasiteetti on selkeästi korkeampi ja siirretty energiamäärä suurempi. Tämän perusteella voidaan sanoa, että kalliimmista kustannuksista huolimatta mahdollisimman korkeatehoinen lataus on edullinen sekä asiakkaalle että palveluntuottajalle.

Taulukko 5.9. Keskitehoisen AC aseman tulosbudjetti

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Lataustapahtumien määrä*	200	400	650	1000	1400	2000	2700	3500	3500	3500
Veloitus*	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
Liikevaihto	800	1600	2600	4000	5600	10000	13500	17500	17500	17500
Kustannukset	4680	4935	5253	5700	6210	6975	7867	8887	8887	8887
Tulos	-3880	-3335	-2653	-1700	-610	3025	5633	8613	8613	8613
kassavirran npv	22321									
hinta per kWh	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Kumulatiivinen tuotto	-3880	-7214	-9867	-11567	-12177	-9151	-3518	5095	13708	22321

Taulukossa 5.10 on matalatehoisen (3,7 kW) latausaseman tulosbudjetti, kun latauksen hinta on asiakkaalle 2 € (7,5 kWh, 2 tuntia) ja viiden vuoden jälkeen 2,5 €. Tulos on positiivinen jo kahden vuoden jälkeen ja takaisinmaksu aika vain kolme vuotta. Matalis-

5.6 Latausliiketoiminnan riskit

Yllä esitetyt laskelmat sähköautojen latausliiketoiminnasta perustuvat useaan oletukseen ja niiden tehtävänä on saada huomio kiinnittymään oleellisiin asioihin, kuten vuosittaiseen lataustapahtumien määrään ja aseman investointikustannuksen pieneen merkitykseen. Latausliiketoimintaan sisältyy kuitenkin muuttuvia tekijöitä, jotka aiheuttavat riskejä lähinnä latausaseman omistajalle. Alla on lueteltu näistä olennaisimpia ja ehdotettu keinoja riskien pienentämiseksi.

Asiakasmäärät ennustettua pienempiä

Sähköautojen myyntimäärät jäävät odotettua pienemmiksi ja liiketoiminta ei lähde kasvamaan. Investoinnit joudutaan tekemään etukäteen, mutta asiakaskunnan kasvaminen jää arvoitukseksi. Tätä riskiä voidaan pienentää valitsemalla latausasemien sijainnit tarkkaan, jolloin sähköautojen kokonaismäärä ei ole kriittinen tekijä. Lisäksi voidaan tarjota kiinteitä sopimuksia tietyille asiakasryhmille ja sitouttaa asiakkaat tällä tavoin latauspisteen käyttämiseen.

Väärän teknologian valinta

Sähköautojen ja latauslaitteiden tekniikat eivät ole vielä vakiintuneet, joka on suuri riski latausaseman omistajalle. Autovalmistajien valintoja ja standardointi-organisaatioiden työtä tulee seurata jatkuvasti, jotta varmistetaan yhteensopivat laitteet.

Latauslaitteiden saatavuus

Vaikka sähköautot ovat laajasti esillä, on latauslaitteiden valmistajilla vielä kehitettävää omissa tuotanto- ja myyntiprosesseissaan. Esitellyt lataustuotteet ovat vielä kehitysvaiheessa tai niitä ei ole massatuotannossa, joka hidastaa isojen tilausten toimituksia. Useampaa latausasemaa suunnittelevan toimijan tulee varmistaa tuotteiden saatavuus vaihtoehtoisten toimittajien kautta.

Epäonnistuneet paikkavalinnat

Aikaisemmin on todettu, että sähköauto ei ole suoraan verrattavissa polttomoottoriautoon, eikä sen lataustapahtuma välttämättä tapahdu samoissa tiloissa kuin normaalin auton. Sähköautoilijoiden tarpeet ja latauskäyttäytyminen olisi hyvä tuntea ennen asemien sijoittelua. Asiaa voidaan selvittää liikenteentutkimuksen keinoin tai sähköautoilijoita koskevilla kyselyillä.

Rahoitus- tai tukiehtojen muutos

Mikäli yritys päättää investoida latauslaitteisiin tarvitaan käyttöön pääomaa, jonka kustannus olisi tärkeää pystyä ennustamaan. Tällä hetkellä latausasemien hankintaan ja rakentamiseen myönnetään julkista tukirahaa, mutta tilanne ei ole pysyvä. Yllätyksiä voidaan välttää hyvällä kommunikaatiolla tukia koordinoivien tahojen suuntaan. Lainaehdot voivat olla erittäin tiukkoja liiketoiminnalle, joka on ennustamatonta.

Kilpailu

Jos yrityksen asema ei vakiinnu ensisijaisena palveluntuottajana, on pelkona asiakkaiden menettäminen kilpailijoille. Ensimmäisen vaiheen yritys on luonnollisesti haavoittuvimmassa asemassa joutuessaan toimimaan pioneerina ja maksamaan korkeampia hintoja esimerkiksi latauslaitteista. Olennaista on palvelun ainutlaatuisuus, kuten laajin latausverkosto tai maksujärjestelmän vaivattomuus ja yhteensopivuus. Vaikka latausliiketoiminta ei tällä hetkellä ole houkuttelevaa liiketoimintaa, on helppo ennustaa kilpailun kasvavan, kun ensimmäiset positiiviset merkit ovat nähtävissä. Ensimmäisellä toimijalla on myös mahdollisuus sitouttaa ensimmäiset asiakkaat toimintaansa pitkäkestoisilla sopimuksilla ja tiiviillä yhteistyöllä.

5.7 Latausaseman liiketoimintasuunnitelma esimerkki

Tässä kappaleessa on esitetty esimerkki liiketoimintamallista latausaseman perustamista harkitsevalle yritykselle. Ratkaisun pohjana on aikaisemmin esitetty korkeatehoinen DC-asema. Liiketoimintamalli todentaminen vaatii todellisen tilanteen kokeilua, joilla voidaan koetella ovatko tehdyt oletukset oikeansuuntaisia. Tässä työssä aikaisemmin on avattu latausaseman kustannuksia ja pohdittu toimintaan liittyviä riskejä. Kaikkein oleellisinta toiminnassa on kuitenkin asiakkaat: heidän tarpeidensa löytäminen ja heidän luoksensa pääseminen.

Liitteessä 3 on kirjattuna kahdessa työpajassa muodostettuja ajatuksia mahdollisista liiketoimintamallien komponenteista, jotka ottavat kantaa arvolupaukseen, asiakasryhmään, jakelukanavaan ja tulonlähteisiin. Työpajoista puuttui yksi oleellinen tekijä eli asiakassuhteen muodostaminen, joka on ohjenuora markkinointistrategian luomiselle.

Arvolupaus: Pikalataus mahdollistaa ajoneuvon tehokkaan käytön laajemmalla alueella, pidemmät ajomatkat päivän aikana ja pienentää matkan keskeytymisen riskiä. Asiakkaat saavat ainutlaatuisen palvelun ja ovat tukemassa latausverkoston kasvua.

Asiakasryhmä: Sähköautoilijat, joille pikalataus tarjoaa mahdollisuuden tehostaa ajoneuvon käyttöä (kuljetuspalvelut, taksit, lähettiautot) ja julkisyhteisöt, jotka ovat sitoutuneita sähköisen liikenteen tukemiseen. Lisäksi yksityisautoilijat, jotka muutoin olisivat epävarmoja sähköautojen latauksen riittävydestä.

Asiakassuhde: Sähköauton omistajia lähestytään suoraan kirjeitse tai puhelimella ja kerrotaan pikalatauksen mahdollisuudesta. Automyyjä tiedotetaan latausasemasta, jota he voivat käyttää positiivisena myyntiargumenttina. Asiakashankinnan jälkeen lisätään asiakaskohtaista myyntiä tarjoamalla lisäpalveluita ja kampanjaluonteista latausmyyntiä. Laajentuminen tapahtuu esimerkiksi myöntämällä ”kutsuja” nykyisten asiakkaiden lähipiirille. Kuntia ja kaupunkia kutsutaan yhteistyöhön mahdollistamaan järjestelmän syntyä ja tukemaan alkutaipaleella. Ammattiautoilijoille kerrotaan sähköisen liikenteen eduista, erityisesti energiasäästöistä.

Jakelukanava: Asema sijoitetaan ensisijaisten asiakkaiden toiveiden perusteella heille tarpeellisiin paikkoihin, esimerkiksi taksitolpan viereen tai kaupungin ajoneuvojen

parkkialueelle. Tällä järjestelyllä vaikutetaan asiakassuhteen syntymiseen ja pysymiseen.

Avaintoiminnot: Markkinointi, asiakkaiden tavoittaminen, urakoitsijoiden kilpailuttaminen, teknisen kehityksen seuraaminen

Avainresurssit: Myynti- ja markkinointiosaston henkilöstö, tekniset puolen tilaajat

Partnerit: Latauslaitteiden toimittajat, autojen maahantuoja ja jälleenmyyjät, kaupungit, ympäristöystävälliset toimijat (julkiset ja yksityiset)

Tulonlähde: Lataustapahtumat, kiinteät sopimukset avainasiakkaiden kanssa, mainostaminen, lisäpalveluiden myynti (lounas, kahvi, nettiyhteys)

Kulut: Henkilöstökulut, laskutusjärjestelmän ylläpito/maksu, sähköliittymän kuukausimaksut, energiamaksut, huoltokulut, lainanhoitokulut

5.8 Valtakunnallinen latausverkosto

Edellisissä kappaleissa on hahmoteltu yksittäisen latausaseman kustannuksia, kannattavuutta ja liiketoimintasuunnitelmaa. Laskelmat eivät ole suoraan sovitettavissa latausverkoston, johtuen pääasiassa sähköautojen vähäisestä määrästä. Vaikka yksittäinen latausasema voitaisiin saada kannattavaksi pienilläkin sähköautomäärillä, on latausverkoston tilanne toisenlainen.

Taulukossa 5.14 on laskelmat siitä, miten suuria olisivat investointikustannukset ja vuosikustannukset laajalle latausverkostolle. Laskelmien lähtöarvoina on käytetty samoja lukuja kuin tässä kappaleessa aiemmin, joista tarkempi asematyypikohtainen erittely löytyy liitteestä 2. Investointikustannuksissa on huomioitu valtion 35 % tuki, joka varmasti on käytetty loppuun ennen latausverkoston valmistumista. Toisaalta myös asemien hintojen voidaan olettaa olevan huomattavasti matalampia isoilla tilausmäärillä. Eri laisten latausasemien määräksi on valittu 300 korkeatehoista latausasemaa (2x50 kW DC), 100 keskitehoista latausasemaa (2x22 kW AC) ja 10 000 matalatehoista asemaa (2x3,7 kW). Latausasemien määrän valintakriteerit olivat löyhät, mutta toisaalta laskelmat paljastavat mielenkiintoisia seikkoja. Laskelmien perusteella päästään kahteen tärkeään suuruusluokkaan: montako latausasemaa pitää olla laajan sähköautoilun mahdollistamiseksi ja paljonko tarvittavan järjestelmän kustannus voisi olla? Taulukosta 5.14 oleellista on havaita:

- Esitetyn järjestelmän (kerta)investointikustannukset ovat 19 miljoonaa euroa
- Vuosittaiset kiinteät kustannukset ovat 6,5 miljoonaa euroa, joka sisältää myös asemien rahoituskustannukset eli investointien kuoletuksen
- Energiakustannukset täydellä kapasiteetilla ovat 12 miljoonaa euroa
- Järjestelmän kapasiteetti on lähes 100 000 lataustapahtumaa päivässä, joka ei sisällä latausverkoston ulkopuolisia latauksia (kotilataus)
- Kustannus kilowattituntia kohden on kaikkine kuluineen 13,5 senttiä (noin 2,70€/100 km). Sähköautoilija pääsee hyötymään matalammista siirtokustannuksista latausasemilla, kuin kotiolloissaan

Taulukko 5.14. *Latausverkoston kustannusanalyysi*

	Investointikustannus	Vuosikustannus
DC korkeateho (2x50kW)	14,400,000	3,311,960
Hinta per asema	48,000	11,040
Määrä	300	
Latausta vuodessa		3,000,000
AC keskiteho (2x22kW)	1,250,000	442,455
Hinta per asema	12,500	4,425
Määrä	100	
Latausta vuodessa		350,000
Matala teho (3.7 kW)	10,000,000	2,821,775
Hinta per asema	1,000	282
Määrä	10,000	
Latausta vuodessa		7,500,000
Järjestelmän kustannus	25,650,000	6,576,190
Latauksia vuodessa		10,850,000
Energiaa vuodessa (MWh)		140,250
Kilometrejä vuodessa		701,250,000
Matkoja vuodessa		35,062,500
Matkaa päivässä (20km)**		96062 *
*Tekes skenaario vuoteen 2020 mennessä kumulatiivisesti 79 000 (66 000 phev, 13 000 ev)		
** Normaali päivämatka henkilöautolla on 20 km		
Energiakustannus, €		12,371,250
Kokonaiskustannus, €		18,947,440
kustannus senttiä per kWh		13.5

Laajaa latausjärjestelmää rakennettaessa on huomioitava kapasiteetin lisäämisnopeus, jonka tulee olla suhteessa sähköautojen kasvuun. Lähekkäin sijaitsevat latausasemat vähentävät toistensa asiakasmäärää. Tästä johtuen, ennen toisen latausaseman rakentamista, on edellisen saavutettava riittävän korkea kapasiteetin käyttöaste. Tällainen käyttöaste voi olla esimerkiksi aseman break-even asiakasmäärän ylittyminen (DC asemalla noin 3000 latausta vuodessa). Kaukana toisistaan sijaitsevilla asemilla tilanne on toisenlainen. Eri kaupunkinen latausasemat eivät vaikuta toistensa asiakasmääriin negatiivisesti, vaan saattavat jopa lisätä sitä, kun sähköautoilijat kokevat latausverkoston laajentumisen liikkumisen mahdollistajana.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Pienistä ajoneuvomääristä huolimatta sähköautoilu on aihe, joka kiinnostaa lähes kaikkia. Innostuminen on yhteydessä terveeseen skeptisyyteen autojen ominaisuuksista, kustannuksista ja vaikutuksista liiketoimintaan. Sähköautot eivät ole syrjäyttämässä polttomoottoriautoja lähivuosien aikana, mutta jo nyt on tunnistettavissa kohteita, joissa sähköautojen hyödyt ylittävät kustannukset, esimerkiksi kuljetusliikenne kaupunkialueella. Vaikka sähköautojen yleistyminen ei ole laajassa mittakaavassa onnistunut aikaisemmin, ei se tarkoita että sähköauto olisi tuomittu tällä kertaa epäonnistumaan.

Uusien teknologioiden leviäminen on prosessi, joka alkaa hitaan kasvun vaiheella ja kiihtyy huomattavasti, kun riittävän monet edelläkävijät ovat muodostaneet teknologias- ta mielipiteensä ja jakaneet käyttökokemuksiaan ympäristöönsä. Uuden teknologian leviämiseen vaikuttavat erityisesti sen tuottamat hyödyt, yhteensopivuus olemassa olevien järjestelmien kanssa, monimutkaisuus sekä mahdollisuus kokeilla ja seurata sitä. Sähköauto tuottaa havaittavia hyötyjä eikä sen tarvitse olla monimutkainen. Sähköautot ovat jatkuvasti esillä mediassa, joten tilannetta on suhteellisen helppo seurata. Yhdeksi ongelmakohtaksi nousee sähköautojen latausjärjestelmä, joka ei tarjoa yhteensopivuutta eikä samanlaista palvelutasoa kuin huoltoasemien verkosto. Vaikka itse sähköä on saatavilla lähes missä vain, on sähköautojen lataaminen vielä uusi ilmiö.

Latausjärjestelmän puute hidastaa sähköautojen myyntimäärien kehitystä ja vaikeuttaa sähköautojen tehokasta käyttöä, koska autojen toimintasäde on lyhyt. Latausjärjestelmän rakentamista taas hidastaa epävarmuus investointien taloudellisista vaikutuksista. Laskelmien valossa yksittäinen latausasema ei kuitenkaan tarvitse massiivista sähköautokantaa ollakseen kannattava. Tämä johtuu sähköautojen lataamisen luonteesta – sähköä tarvitaan noin 100 kilometrin välein, eli joissain tapauksissa päivittäin. Latausaseman kannalta juuri lataustapahtumien määrällä on merkitystä, ei sähköautojen kokonaismäärällä. Esimerkkilaskelmien mukaan yksittäisen korkeatehoisen latausaseman nollatulokseen johtava asiakasmäärä on noin 10 päivittäistä lataustapahtumaa, kun lataustapahtuman hintana on 8 € (20 kWh, 30 min). Korkeatehoisen latausaseman investointikustannukset ovat 30 000 – 60 000 € ja toisaalta vuosittaiset kiinteät kustannukset 10 vuoden aikana noin 11 000 €, jos asemat rakennetaan ulkopuolisen rahoituksen avulla.

Latausasemiin ja laajempaan latausverkostoon liittyvät tekniset haasteet voidaan ratkaista sähköverkkojen hyvällä suunnittelulla. Oikein toteutettuna sähköautojen lataaminen ei ylikuormita sähköverkkoa ja kustannukset voidaan pitää kohtuullisina. Oleellisia tekijöitä tulevaisuudessa ovat matalatehoisen latauksen älykäs ohjaaminen ja korkeatehoisten latausasemien harkittu sijoittelu sähköverkon rajoitteet (muuntajien

kapasiteetit, kaapelien terminen kestoisuus) huomioiden. Sähköverkon suunnittelu on verkkoyhtiöiden rutiinitoimintaa.

Latausverkoston rakentamista jarruttaa epävarmuus investointien suuruudesta. Tässä työssä esitettyjen laskelmien mukaan laajan latausverkoston rakennuttaminen maksaisi kertainvestointina noin 27 miljoonaa euroa tai vuosittain noin 6 miljoonaa euroa, kun lasketaan kaikki ylläpitoon liittyvät kustannukset kymmenen vuoden ajalta. Tällainen latausverkosto pystyy vastaamaan lähes 100 000 sähköautoilijan päivittäiseen lataustarpeeseen, joka ei pidä sisällään latauksia julkisen verkoston ulkopuolella, kuten kodeissa, tapahtuvia latauksia.

Latausasemat tarvitsevat erilaisia, asemakohtaisia liiketoimintamalleja, joiden avulla voidaan vastata tarkasti asiakastarpeisiin. Yksinkertaisimmillaan latauspiste on autojen lämmitystolppia hyödyntävä ratkaisu, mutta matalatehoisten latauspisteiden tuottama asiakasarvo sähköautoilijalle on melko pieni. Esimerkiksi 8 tuntia kestävä lataus ei ole kaikille autoilijoille todellinen vaihtoehto ja asiakaskunta rajattu. Korkeatehoiset, lisäpalveluja sisältävät latauspisteet ovat monimutkaisempia toteuttaa, mutta luovat sähköautoilijalle palvelukokemuksen, jota hän ei voi esimerkiksi kotonaan saavuttaa. Ne mahdollistavat liikkumisen kaupunkien välillä ja toimivat tukipalveluna sähköautoilijoille.

Suurimmat ongelmat, jotka hidastavat sähköautojen latausasemien rakentamista, ovat tiedon puute ja markkinoiden pieni koko. Olemassa olevat toimijat eivät ole halukkaita kantamaan toiminnan riskejä yksin, joten vaihtoehtoina on joko yhteistoiminta tai tukeutuminen uudenlaisiin palveluntoimittajiin, jotka pystyvät tuottamaan kokonaisen palvelun. Tällaisia palveluntuottajia ei toistaiseksi ole ilmaantunut. Yhteistoiminta vaatii luottamusta toimijoiden kesken, läpinäkyvyyttä ja aikaa.

Työssä on esitetty sekä teknisiä ratkaisuja että erityisesti taloudellisia malleja, joita voidaan sellaisinaan hyödyntää latausasemien suunnittelussa. Kehityksen kannalta oleellista on, että malleja joudutaan testaamaan asiakkaiden kanssa. Uutta liiketoimintaa kehitettäessä toiminnan luonteeseen kuuluu yrittäminen ja erehtyminen, mutta erehdyksen kustannuksia voidaan rajoittaa, kun tunnetaan vaikuttavat tekijät mahdollisimman tarkasti. Uusi liiketoimintamalli on sarja hypoteeseja, joita joudutaan testaamaan aitojen asiakkaiden kanssa, kuten esimerkiksi ”asiakkaani tarvitsevat latauksen alle 20 minuutissa ja ovat valmiita maksamaan siitä 10 €”. Väite voi pitää paikkaansa, mutta ennen todellista testaamista siitä ei voida olla varmoja. Liiketoimintamallin palasia tulee kokeilla, kunnes löydetään todennettu, toimiva malli. Sen jälkeen alkaa liiketoimintamallin aktiivinen toimeenpano eli operatiivinen suorittaminen. Tämä on taso, joka on olemassa oleville yrityksille tutumpaa. Se pitää sisällään resurssien mitoittamista, toimintojen järjestelyä ja tehostamista. Liiketoiminnassa on siis kaksi tasoa, liiketoimintamallin etsiminen ja sen toteuttaminen.

Liiketoimintamalli toimii yritykselle tukena sekä kehitysvaiheessa että vakiintuneessa toiminnassa. Se toimii tarkistuslistana ja muistuttaa niistä asioista, jotka ovat olennaimpia menestyksen kannalta. Liiketoimintamalli on dokumentti, joka selventää yrityksen monimutkaisia toimintoja sekä yrityksen sisällä että ulkopuolella.

Sähköautojen lataukseen liittyvästä liiketoiminnasta puuttuvat toistaiseksi vakiintuneet mallit ja dominoivat teknologiat. Se aiheuttaa toimijoille riskejä, mutta tarjoaa myös mahdollisuuden uudenlaisiin liiketoiminta-avauksiin.

Tulevaisuudessa tullaan tarvitsemaan tarkempia vastauksia mm. seuraavin kysymyksiin. Miten yksittäiset asemat ovat todellisuudessa menestyneet taloudellisesti ja ovatko asemat toimineet ongelmitta? Minkälaisia taloudellisia ja teknisiä etuja paikallisista energiavarastoista voisi olla sähköautojen lataukselle? Mikä olisi optimaalinen sijoittelutapa korkeatehoisille latauspisteille? Millä tavalla hidasta latausta tulisi ohjata, niin että sen avulla voitaisiin tuottaa etuja autoilijalle, energiayhtiölle ja sähköverkkoyhtiölle? Millaisissa tilanteissa sähköautoilijat tarvitsevat korkeatehoista latausta ja kuinka usein?

LÄHTEET

ABB. 2011. Lehdistötiedote. [WWW] [viitattu 10.5.2012] Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/05b2166cb8795bc0c1257980003d277d.aspx>

ABB. 2012. Jukka Mäkinen. Haastattelu. Sähköposti 06.06.2012.

ABC. 2012a. Tiedote. [WWW] [viitattu 02.01.2012] Saatavissa:

<http://www.abcasemat.fi/uutiset/abc-espoo-nihtisiltaan-ensimmainen-sahkoauton-pikalatauspiste>

ABC. 2012b. Haastattelu. Tiina Vehmala-Viksten ABC-ketjuohjaus. Helsinki. 17.12.2012

Biomeri. 2009. Sähköajoneuvot Suomessa – selvitys. 130 s.

BP. 2012. BP Statistical Review of World Energy June 2012 [WWW] [viitattu 22.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>

Geels, F. 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration process: a multi-level perspective and a case-study. Research Policy 31(2002) s. 1257-1274.

CENELEC. 2011. Focus Group on European Electro-Mobility. Standardization for road vehicles and associated infrastructure. Final report.

CirCarLife. 2012. [WWW] [viitattu 15.09.2012] Saatavissa: <http://www.e-station.com.au/chademocharge.html>

Hybridcars. 2012. [WWW]. [viitattu 05.12.2012]. Saatavissa:

<http://hybridcars.com/news/october-2012-dashboard-58806.html>

DfT (Department for Transport, UK). 2008. Investigation into the scope for the transport sector to switch to electric vehicles and plug-in hybrid vehicles [WWW] [viitattu 20.08.2012] Saatavissa: www.bis.gov.uk/files/file48653.pdf

Department of Energy. 2010. Battery and electric vehicle report. 14.7.2010. Saatavissa: <http://www.whitehouse.gov/files/documents/Battery-and-Electric-Vehicle-Report-FINAL.pdf>

Department of Energy. 2012. Alternative Fueled Vehicles in Use. [WWW]. [viitattu 14.08.2012] Saatavissa: http://www.afdc.energy.gov/data/tab/vehicles/data_set/10301

Ebgue, O. Long, S. 2012. Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy Policy* 48 (2012) s. 717-729.

EVE. 2012. [WWW] [viitattu 11.12.2012]. Saatavissa:
<http://www.tekes.fi/ohjelmat/EVE>

IEA. 2011. Technology Roadmap, Electric and plug-in hybrid electric vehicles. Saatavissa:
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EV_PHEV_Roadmap.pdf

Hidrue, K. Parsons, G. Kempton, W. Gardner, M. 2011. Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics* 33(2011) s. 686-705.

Keskisuomalainen. 2012. Elinkeinoministeri Kari Häkämiehen haastattelu. 08.08.2012.

Kley, F. Lerch, K. Dallinger, D. 2011. New business models for electric cars - A holistic approach. *Energy Policy* 39 (2011) s. 3392–3403.

Korkiakoski, M. 2012. Tekes EVE-hankkeen vuosiseminaari. 06.11.2011. Espoo.

Käyttöauto Oy. 2012. Tarjouslaskelma koskien Nissan Leaf sähköautoa, saatu sähköpostitse 20.06.2012

L 30.12.1996/1260 Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta

L 30.12.2003/1281 Ajoneuvoverolaki

L 29.12.1994/1482 Autoverolaki

Lassila, J. 2010. Sähköautot osana sähköjärjestelmää, INCA ja ADINE –projektien loppuseminaari, 14.10.2010, Vantaa

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2011. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa.

Liikennevirasto. 2012. Henkilöliikennetutkimus 2010-2011.

Moore, G. 1991. *Crossing the Chasm*. Harper Business Essentials. 227 s.

Gijs, M. 2004. *The electric vehicle*. The John Hopkins University Press. 440 s.

MTV3/STT. 2012. Lehdistöiedote, [WWW] [viitattu 31.05.2012] Saatavissa: <http://www.mtv3.fi/uutiset/kotimaa.shtml/vain-kaksi-yksityishenkiloa-osti-sahkoauton-suomessa/2012/05/1539676>

NissanQC. 2012. [WWW] [viitattu 15.09.2012] Saatavissa: <http://nissanqc.com/>

Nordpoolspot. 2012. [WWW] [viitattu 3.7.2012] Saatavissa: http://www.nordpoolspot.com/Global/Download%20Center/Power-Data-Services/Elspot-monthly-and-yearly-prices-from-2000_EUR.xlsx

OCPP. 2012. [WWW] [viitattu 28.12.2012] Saatavissa: http://www.ocppforum.net/sites/default/files/ocpp%201%205%20-%20a%20functional%20description%20v2%200_0.pdf

Olkkonen, T. 1994. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. 2. Painos. Aalto-yliopisto. 143 s.

Palola, J. 2012. Helsingin energia, tutkimus- ja kehityspäällikkö. Haastattelu 4.6.2012, Helsinki.

Palvia, P., Mao, E., Salam, A.F. Soliman, K. 2003. Management Information Systems Research: What's There in a Methodology? Communications of the Association for Information Systems, 11(2003), s. 289-309.

Pöyry, E. 2012. Tekes EVE-hankkeen vuosiseminaari. 06.11.2011. Espoo.

Pylvänäinen, J. 2012. Elenia, Strategisen kehityksen johtaja. Haastattelu 4.5.2012, Tampere.

Rantala, M. 2012. Seinäjoen käyttöauto. Puhelinhaastattelu 02.09.2012

Rocky Mountain Institute. 2012. Why so many critics after 17,000 EV sales in first year? [WWW] [viitattu 25.09.2012]. Saatavissa: http://blog.rmi.org/why_so_many_critics_after_17000_ev_sales_in_first_year

Rogers, E. 2003. Diffusion of innovations. Fifth edition. New York. Free Press. 550 s.

Rosvall, S. 2012. [WWW] [viitattu 13.12.2012] Saatavissa: http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/eve/documents/suomesta_munche_niin.pdf

- Scientific American. 2012. [WWW] [viitattu 10.11.2012] Saatavissa: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=electric-car-owners-charge-at-once>
- Sesko. 2012. Komitean SK 69 laatima suositus. Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa.
- Simini, F. González, M. Maritan, A. Barabási, A. 2012. A universal model for mobility and migration patterns. Nature vol. 484, issue 7392, pp. 96-100.
- Sähkönhintä. 2012. [WWW] [viitattu 16.6.2012] Saatavissa: <http://www.sahkonhintä.fi/>
- Tammi, A. 2010. Sähköautojen vaikutukset sähköverkkoyhtiön jakeluverkkoon ja liiketoimintaan. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Tilastokeskus. 2011a. Moottoriajoneuvokanta 2011.
- Tilastokeskus. 2011b. Sähkön ja lämmön tuotanto 2011. Liitetaulukko 3. Sähkön tuotanto ja kokonaiskulutus.
- TraFi. 2012. Sähköautojen määrä kasvaa maltillisesti [WWW] [viitattu 25.7.2012] Saatavissa: http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/1688/liikenteessa_olevien_ajoneuvojen_maara_kasvaa_maltillisesti
- Unkuri, A. 2010. Sähköautojen vaikutukset kaupungin sähkönjakeluverkkoon. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Valtiovarainministeriö. 2012. Tiedote 73/2012 [WWW][viitattu 04.04.2012] Saatavissa: http://www.vm.fi/vm/fi/03_tiedotteet_ja_puheet/01_tiedotteet/20120326Autove/name.jsp
- Vattenfall. 2012. [WWW] [viitattu 07.08.2012] Saatavissa: <http://www.vattenfall.fi/fi/sahkon-hinnan-muodostuminen.htm>
- VV-Auto Group. 2012. Myyntiesite ja hinnasto. 07.07.2012
- Zott, C. Amit, R. 2008. The fit between product market strategy and business model: Implications for firm performance. Strategic management journal 29 (2008), s. 1-26.
- Zwicky, F. Wilson A.G. 1967. New Methods of Thought and Procedure. Symposium on Methodologies, Pasadena (USA) .

LIITE 1. Sähköverkkoliittymän kustannuksia

Taulukko 1. Pienjänniteverkon maksut 120 kW:n tehotarpeelle (alv 0 %). Tiedot perustuvat mainittujen yhtiöiden voimassa oleviin hinnastoihin.

	Helsingin Energia	Tampereen sähkö-laitos	Elenia
Pienjännite liittymismaksu	6410 € (3x160A)	7414 € (3x160A)	7495,93 (3x100A sulake, max)
Sulakeliittymän verkkomaksu	Ei sallittu	17,47 € /kk	86,46 € / kk
Siirtomaksu	Ei sallittu	44,40 € / MWh	45,50 € / MWh
Uusi tehopohjainen sähköliittymä	6410 €	7414 €	13000 €
Tehosiirto verkko-maksu (120 kW)	440 € / kk	383,92 € / kk	257,60 € / kk
Tehosiirto (120 kW)	29,53 € / MWh	31,90 € / MWh	36,83 € / MWh

Taulukko. Keskijänniteverkon (20 kV) maksut 120 kW:n tehotarpeelle (alv 0 %)

	Helsingin Energia	Tampereen sähkö-laitos	Elenia
Uusi sähköliittymä	18000 €	32430 €	12219 €
Kuukausimaksu	513 € /kk	319,12 €	495 € /kk
20 kV tehosiirto-maksu	26,33 € / MWh	30,20 € /MWh	28,51 €/MWh (40,38 talvi)

Taulukko. Pienjänniteverkon maksut 50 kW:n tehotarpeelle (alv 0%)

	Helsingin Energia	Tampereen sähkö-laitos	Elenia
Uusi tehopohjainen sähköliittymä	3200 €	4344 €	6000 € (3x80A)
Tehosiirto kk-maksu	198,50 € / kk	253,02 € / kk	128,10 € / kk
Tehosiirto	29,53 € / MWh	31,90 € / MWh	36,83 € / MWh

LIITE 2. Latausasemien kiinteät ja muuttuvat kustannukset

Taulukossa 1 on esitetty laskelmien lähtöarvot ja taulukoissa 2-4 eri asemien kiinteät ja muuttuvat kustannukset. Laskelmissa on otettu huomioon valtion 35% tarjoama tuki, joka koskee latauslaitteita ja perustamiskustannuksia.

Taulukko 1. Latausasemien kustannusten yhteenveto

	Korkeatehoinen DC	Keskitehoinen AC	Matalatehoinen
Korkoprosentti	5 %		
Pitoaika	10 vuotta		
Laitteistokustannus	35 000 €	3500 €	500 €
Laitteiston asennus	3000 €	1500 €	500 €
Muut työt	3000 €	3000 €	0 €
Sähköliittymän avaus	7000 €	4500 €	0 €
Sähköverkkoliittymän vuosimaksu	4800 €	2400 €	0 €
Paikkavuokrat vuodessa	0 €		
Huollot vuodessa	1500 €	600 €	200 €
Energiamäärä per lataus	20 kWh	15 kWh	10 kWh
Latauksia vuodessa (max)	10000	3500	750
Energiatuki investoinnille	35 %		
Sähkön siirtomaksu / kWh	3 senttiä	3 senttiä	4,5 senttiä
Sähkön hinta /kWh	5 senttiä		

Investointikustannukset on muutettu vuotuisiksi kiinteiksi kustannuksiksi käyttämällä annuiteettimenetelmää, jossa oletuksina ovat yllä mainitut korkoprosentit ja 10 vuoden pitoaika. Latauksessa siirretty energiamäärät ovat taulukon 1 mukaiset.

Taulukko 2. DC latausaseman kustannukset.(2x50kW)

Kiinteät kustannukset vuodessa	(€)	11039.87
Hankinta		3172.86
Asennus		271.96
Muut työt		388.51
Sähköliittymän avaus		906.53
Verkkopalvelumaksu		4800.00
Vuokrat		0.00
Muut		1500.00
Muuttuvat kustannukset per lataus		1.6
Energian siirto (sent/kWh)		0.03
Energian hinta (sent/kWh)		0.05
Energiaa per lataus (kWh)		20

Taulukko 3. Keskitehoisen AC aseman kustannukset (2x22 kW)

<u>Kiinteät kustannukset vuodessa</u>	<u>(€)</u>	<u>4424.55</u>
Hankinta		317.29
asennus		135.98
muut työt		388.51
Sähköliittymän asennus		582.77
Verkkopalvelumaksu		2400.00
Vuokrat		0.00
Muut		600.00
 <u>Muuttuva kustannus per lataus</u>		 <u>1.275</u>
Energian siirto (sent/kWh)		0.035
Energian hinta (sent/kWh)		0.05
Energiaa per lataus (kWh)		15

Taulukko 4. Normaali-tehoisen latausaseman kustannukset (<3,7 kW)

<u>Kiinteät kustannukset vuodessa</u>	<u>(€)</u>	<u>282.18</u>
Hankinta		36.85
Asennus		45.33
Muut työt		0.00
Sähköliittymän asennus		0.00
Verkkopalvelumaksu		0.00
Vuokrat		0.00
Muut		200.00
 <u>Muuttuvat kustannukset per lataus</u>		 <u>0.95</u>
Energian siirto (sent/kWh)		0.045
Energian hinta (sent/kWh)		0.05
Energiaa per lataus (kWh)		10

LIITE 3. Mahdollisia liiketoimintamallien osia

Latausliiketoiminta workshop, TAKK 09/2012 ja TTY 10/2012

Taulukko 1. Korkeatehoinen DC lataus

Arvolupaus	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea • Mahdollistaa pidemmät matkat ja kaupunkien välisen liikkumisen • Säästää aikaa • Optimaalinen auton koko → pienemmät ja kevyemmät autot • Latausavustaja käytössä, eli joku tankkaa sinulle • Nopean latauksen aikana hoidat pari muutakin asiaa • Lataus odotuspaikalla eli taksitolpalla • Turvallinen • Lyhyt odotus • Kahvit kaupan päälle • Bonusta latauksesta • Nopein lataustekniikka • Kokonaispalvelu: lataus, lounas, netti • Akku täyteen kauppareissun aikana • Säästää aikaasi • McLataus, vahva brändi • Joustava, osa päivärutiinia • Täydentävä hitaalle lataukselle • Lisää toimintamatkaa • Korkea käyttöaste kalustolle • Tieto latauspaikan vapaudesta
Asiakasryhmä	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkän matkan ajajat • Lähettipalvelut • Jakeluautot • Taksit • Posti • Sähköbussit • myyntimiehet Yksityiset usean auton omistajat • Firman autolla ajavat • Työmatka-autoilijat • Leasing-autojen tarjoajat • Julkiset organisaatiot • Jakelufirmat • Autovuokraamot • DC-auton omistajat • Kuljetusliikenne yritykset • Tehostettu kotihoito
Jakelukanava	<ul style="list-style-type: none"> • Huoltoasemat • Virastot • Parkkitalot • Moottoritielle latauskaista • Parkkiruudut

	<ul style="list-style-type: none"> • Marketit • Tankkaus- ja hinauspalvelut, liikkuvat sähkövarastot paikalle • Taksiasemat, taksitolpat • Kerrostalon yhteinen latauspaikka • Lyhytaikaiset pysäköintipaikat: jäähalli, elokuvateatteri Kauppakeskusten parkkihallit • Tilaa väliaikainen latausasema kotiin tai töihin • Yritysten omistamia latauspisteitä • Huoltoasemille pikalatauspisteitä • Taloyhtiöiden yhteisiä pisteitä • Sähköyhtiöiden omat latauspisteet • Parkkialueet • Mobiili-generaattorit
Tulonlähde	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihtoehtohinnat: vihreää sähköä, muuta • Yritykset latauksen maksajina • Muiden palveluiden yhteydessä (ikkunoiden pesu, kahvit) <ul style="list-style-type: none"> ○ Lounaassa mukana ○ Kahvin yhteydessä ○ Ikkunoiden pesu tms. • Hinnat latausnopeuden mukaan → suhde polttonesteisiin • Veroedut, jos aseman sähkö vihreää → aurinkopaneelit • Kauppakeskuksen omistaja maksaa, että asiakkailla on käytössä latausmahdollisuus • Sisältää parkkimaksun • ”Kaupan päälle”, sopimuksen osana vip-asiakkuudet • etukäteen ladatut saldot • maksu bonuksilla • varausmahdollisuus maksulliseksi • firma maksaa autoedun lisäksi • sosiaalivirasto maksaa • käänteinen autovero /kilometrikorvaus • asiakas maksaa

Taulukko 2. Keskitehoinen AC-lataus

Arvolupaus	<ul style="list-style-type: none"> • Pikaista latausta kahvikupillisen aikana • Sähköä ja nettiyhteys • Lataa auto ja ole tuottava • Pidä tauko aivoillesi ja takapuolelle • Riittävän nopea • Pidempi toimintamatka Työsuhde sähköä • Edullista sähköä • Akku täyteen ostosten aikana • Enemmän sähköllä ajettavia kilometrejä (PHEV) • PR-arvo
Asiakasryhmä	<ul style="list-style-type: none"> • Taksit • Pitkänmatkalaiset • Huoltoyhtiöt • Kunnat • Kauppakeskukset • Koulut, virastot • Ammattiautoilijat • Koneyrittäjät • huoltoasemat Työpaikkojen työntekijät • Vuokra-auto firmat • Yksityishenkilöt parkkihallissa • Autossa töitä tekevät
Jakelukanava	<ul style="list-style-type: none"> • Markettien pihat • Huoltoasemat • Taksitolpat • Parkkihalli • Huoltoasemat • Autovalmistajien kautta laitteita • Taloyhtiöt • Energiayhtiöt Taksitolpat • Työpaikan parkkialue • Parkkihalli • Hotelli • Jäähalli • Yleisö tapahtumien p-alueet • Ostoskeskukset
Tulonlähde	<ul style="list-style-type: none"> • Pysäköinnin lisämaksu • Kauppalaskun yhteydessä • Vuosisopimus • Julkinen rahoitus • Työnantajat työsuhde-etuna • Kauppa maksaa hyvän asiakkaan puolesta (exclusive) Kunta, valtio, julkinen sektori • Tilataan lataus kännykällä • Toisen palvelun osana, esim. autopesu • Kuuluu lipun hintaan • Kolikkomaksuna per latauskerta • Työnantaja maksaa sähkön ja ylläpidon (työsuhde-etu tai vähennetään palkasta)

Taulukko 3. Matalatehoinen lataus

Arvolupaus	<ul style="list-style-type: none"> • Edullisempi • Ekologinen • Varmuus lataustasosta • Akku aina riittävän täynnä • Saa myös jättää parkkiin auton • Auto on myös lämpimänä talvella • Paikka varataan netin kautta
Asiakasryhmä	<ul style="list-style-type: none"> • Työsuhdeautoilijat • Parkkitalojen vakioasiakkaat • Edelläkävijä työnantajat • Vuokra- tai yhteiskäyttöautot
Jakelukanava	<ul style="list-style-type: none"> • Kotien pihoihin • Lämmitystolpista latauspisteitä • Parkkitaloyhtiöt • Kiinteistöhuoltoyritykset • Kiinteistöjen omistajat
Tulonlähde	<ul style="list-style-type: none"> • Työnantaja voi tarjota työsuhde-etuna • Kauppakeskus maksaa imagohyötyä vastaan • Parkkipaikan käyttömaksu, sisältää sähkön • Yhteiskunnan koulukyytituki • Maksut netin kautta